

化学除草剂对土壤中微生物生态 和物质转化过程的影响*

汤树德 李汉昌 石晶波
(黑龙江八一农垦大学)

近年来,黑龙江垦区使用化学除草剂进行土壤处理的耕地面积与日俱增,在防除田间杂草上有着显著效果。但是,由于除草剂对生物具有毒性,它又必将对土壤微生物区系及其所引起的土壤中物质转化的生物化学过程产生影响^[1,5,7,9],从而对土壤肥力和农作物生长可能产生潜在的后果。在这方面国内尚未见报道,国外研究报告中,对新近推荐的豆田除草剂(如氟乐灵、拉索、豆科威和赛克津等)的报道也不多。

自 1979 年以来,我们对豆田使用的主要化学除草剂对土壤微生物学过程的影响,进行了微生物纯培养、土壤培养的试验研究,结果如下。

一、研究方法

1. 试验材料

(1) 供试化学除草剂种类和规格见表 1。

表 1 化学除草剂种类、规格
Table 1 Types and specifications of chemical herbicides

| 名 称 Name | 含量(%) Content | 剂 型 Form of agent | 产 地 Place of production |
|-----------------|------------------|----------------------|----------------------------|
| 氟乐灵 Trifluralin | 48 | 乳油 | 意大利 |
| 拉索 Lasso | 43 | 乳油 | 美 国 |
| 利谷隆 Linuron | 50 | 可湿性粉剂 | 美 国 |
| 豆科威 Amiben | 21.1 | 水剂 | 美 国 |
| 赛克津 Sencor | 70 | 可湿性粉剂 | 西 德 |
| 阿特拉津 Atrazine | 80 | 可湿性粉剂 | 瑞 士 |
| 西玛津 Simazine | | 可湿性粉剂 | |

(2) 供试微生物菌种: 共 69 株,其中细菌 18 株、放线菌 15 株、霉菌 11 株、酵母菌 6 株、固氮菌 3 株,大豆根瘤菌 9 株、绿肥根瘤菌 4 株、小麦和玉米根腐病菌 3 株。

2. 实验方法

(1) 微生物纯培养: 除了根腐病菌采用在加药平皿中央点种测量菌落直径外,其余皆采用混药-混菌平皿培养法,观察菌落生长密度。

(2) 土培: 供试土壤为白浆土耕层土壤,有机质 3.16%、全氮 0.18%、全磷 0.24%、水解氮 3.52—

* 黑龙江省农场总局红兴隆管理局科研所在提供药剂等方面给予很大支持,特此致谢。

6.78 毫克/100 克土、有效磷 0.5—1.0 毫克/100 克土、pH(水浸) 6.9, 未曾施用过化学除草药物。

① 纤维素分解强度: 加药土壤放入三角瓶中, 保持相对含水量 70%, 30℃ 培养, 按规定时期取出各处理一组(三次重复), 按平皿埋布片法计算布片失重率。

② 氨化和硝化作用: 尿素(含氮 46.62%) 按 75 公斤/公顷和 150 公斤/公顷施入, 土壤相对含水量为 70%, 三次重复, 按期测定 $\text{NH}_4\text{-N}$ (扩散法) 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ (酚二磺酸法)。

③ 在麦秸还田土壤中除草剂对微生物数量的影响: 取按风干土壤的 2% 麦秸粉同 10 厘米厚的土壤混匀后补氮(尿素)至麦秸含氮 1.7%, 然后喷施药液至土壤相对含水量达 80%。三次重复, 30℃ 培养二个月后, 按稀释平皿分离方法测定三大类群微生物数量。

二、研究结果

(一) 纯培养下除草剂对土壤微生物生长的影响

细菌: 表 2 资料指出, 所供试的 17 株细菌对氟乐灵、利谷隆和拉索都表现较为敏感。

表 2 不同化学除草剂不同浓度对纯培养细菌生长的影响(单位: ppm)

Table 2 The influence of different herbicide concentrations on the growth of pure-cultured bacteria

| 细菌(编号) Bacteria (No.) | 利谷隆 Linuron | | | 拉索 Lasso | | | 豆科威 Amiben | | | 氟乐灵 Trifluralin | | |
|--|----------------|------|----|-------------|------|----|---------------|------|------|--------------------|------|-----|
| | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 20 | 30 |
| 芽孢杆菌属 (B ₁) (<i>Bacillus</i>) | ++++ | ++ | - | ++++ | ++ | - | ++++ | ++++ | ++++ | +++ | - | - |
| (B ₂) | - | - | - | +++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++ | - | - |
| (B ₃) | ++ | + | + | +++ | + | + | ++++ | ++++ | ++++ | - | - | - |
| (B ₄) | + | - | - | +++ | ++ | + | ++++ | ++++ | ++++ | + | - | - |
| (B ₅) | ++ | + | + | + | + | + | ++++ | ++++ | ++++ | + | - | - |
| (B ₁₀) | ++ | + | - | - | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | - | - | - |
| (B ₁₂) | ++ | - | - | +++ | - | - | ++++ | ++++ | +++ | - | - | - |
| (B ₁₄) | - | - | - | + | - | - | ++++ | ++++ | +++ | - | - | - |
| (B ₁₅) | ++++ | + | - | ++++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | - | - | - |
| (B ₁₈) | + | - | - | + | + | + | ++++ | ++++ | ++++ | + | - | - |
| (B ₂₁) | ++ | ++ | ++ | ++ | + | - | +++ | +++ | +++ | + | - | - |
| (B ₂₂) | + | - | - | + | - | - | +++ | +++ | +++ | + | - | - |
| 杆菌属 (B ₁₉) (<i>Bacterium</i>) | +++ | ++ | + | ++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | +++ | + | - |
| (B ₂₄) | ++ | - | - | +++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++ | - | - |
| (B ₂₅) | + | - | - | ++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | - | - | - |
| 球菌 (B ₁₁) (<i>Coccus</i>) | + | - | - | ++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | - | - | - |
| (B ₁₂) | ++++ | ++ | - | + | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | - | - | - |
| 固氮菌属 (N ₁) (<i>Asotobacter</i>) | ++++ | ++++ | ++ | ++++ | ++++ | ++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | +++ |
| (N ₂) | ++++ | +++ | ++ | ++++ | ++++ | ++ | ++++ | ++++ | +++ | ++++ | ++++ | +++ |
| (N ₃) | ++++ | ++++ | ++ | ++++ | +++ | ++ | ++++ | ++++ | +++ | ++++ | ++++ | +++ |

注: 1. 药物浓度按基质中含有有效浓度计算, 以下皆同。2. 表中“++++”表示相当于无药皿中菌落生长密度;“-”为无菌落生长;“+”号多少示菌落相对密度。(本文以下凡应用同类符号, 不再赘注)

特别是对氟乐灵,除个别菌株(B₁和B₁₉)在低浓度(10 ppm)下呈现不明显的抑制作用外,其余菌株在该浓度下均表现强烈的抑制反应;利谷隆和拉索仅在高浓度(30 ppm)下才能抑制多数菌的生长。豆科威则表现相反,甚至在高浓度(50 ppm)下对所有供试菌株几乎都无影响。

圆褐固氮菌(*Azotobacter chroococcum*)对除草剂表现了最强的抗药性。即使在本实验(混菌)高浓度下也未表现明显的抑制作用。而在采用同一浓度的平皿划线培养时,却表现药剂对菌落生长的刺激效应。这同 Hamdi Y. A. 等人(1969)^[5]的结果一致。

在纯培养下,豆科根瘤菌对氟乐灵的反应,由表3可以看出,供试的大豆根瘤菌和绿肥根瘤菌对氟乐灵表现了很强的耐药性,它们在氟乐灵田间施用浓度的5—20倍琼脂培养基上也能很好生长。仅豌豆和豇豆根瘤菌在高浓度下才明显受到抑制。但是,氟乐灵却能通过抑制大豆根系生长和根毛着生而强烈抑制大豆根瘤的着结量和单株根瘤乙炔还原总活性^[2,31]。

表3 氟乐灵对纯培养根瘤菌生长的影响

Table 3 The influence of Trifluralin on the growth of pure-cultured nodule bacteria

| 试验菌株(编号) Tested strain (No.) | 药剂浓度 (ppm) Herbicide conc. | | |
|--|-------------------------------|------|------|
| | 15 | 30 | 60 |
| 大豆根瘤菌 (<i>Rhizobium japonium</i>) (344) | ++++ | ++++ | +++ |
| (2022) | ++++ | ++++ | +++ |
| (182-2) | ++++ | ++++ | ++++ |
| (311b122) | ++++ | ++++ | ++++ |
| (311b18) | ++++ | ++++ | ++++ |
| (CB ₂) | ++++ | ++ | ++ |
| (CB1809) | ++++ | ++++ | ++++ |
| (SM31) | ++++ | +++ | +++ |
| (61A76) | ++++ | ++++ | ++++ |
| 豇豆根瘤菌 (<i>R. Vigna</i>) (CB756) | +++ | + | + |
| 豌豆根瘤菌 (<i>R. leguminosarum</i>) | + | + | - |
| 苕子根瘤菌 (<i>R. leguminosarum</i>) | +++ | ++ | + |
| 苜蓿根瘤菌 (<i>R. meliloti</i>) | + | + | - |
| 紫云英根瘤菌 (<i>R. astragali</i>) | ++++ | ++++ | +++ |

放线菌: 从表4看出,中等浓度(30 ppm)拉索就完全抑制全部供试菌的生长;在同一浓度下,利谷隆也完全抑制多数菌的生长;氟乐灵和豆科威则相反,即使在高浓度下,也只是少数菌株受到不同程度的影响。从表4还可看出,在放线菌各类群中,以烬灰类群(*Cinerogriseus*)较敏感些,黄色类群(*Flavus*)的耐药性则较强。

值得注意的是,除草剂对放线菌分生孢子的产生表现更为敏感的抑制效应。除了个别菌株外,几乎全部供试菌的分生孢子的产生都在供试的四种药物的低浓度(10 ppm)下受到不同程度的抑制。说明放线菌的生殖生长对药物反应较为敏感。

表 4 不同化学除草剂的不同浓度对纯培养放线菌生长的影响(单位: ppm)
Table 4 The influence of different herbicide concentrations on the growth of pure-cultured actinomycetes

| 放线菌类群(编号) Groups of actinomycetes (No.) | 利谷隆 Linuron | | | 拉 索 Lasso | | | 豆科威 Amiben | | | 氟乐灵 Trifluralin | | |
|---|----------------|----|----|--------------|----|----|---------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|
| | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 20 | 30 |
| 玫瑰红类群 (2) (<i>Roseosporus</i>) | + | - | - | + | - | - | +++ | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ |
| 黄色类群 (3) (<i>Flavus</i>) | +++ | ++ | - | +++ | - | - | +++ | +++ | +++ | ++ | ++ | ++ |
| 玫瑰红类群 (4) (<i>Roseosporus</i>) | - | - | - | +++ | - | - | +++ | +++ | + | +++ | +++ | +++ |
| 蓝色类群 (5) (<i>Cyaneus</i>) | ++ | - | - | - | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 烬灰类群 (6) (<i>Cinero-griseus</i>) | + | - | - | + | - | - | +++ | +++ | +++ | ++ | + | + |
| 弗氏类群 (7) (<i>Fradiae</i>) | +++ | - | - | - | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ | ++ |
| 淡紫灰类群 (8) (<i>Lavendulae</i>) | +++ | - | - | - | - | - | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 烬灰类群 (9) (<i>Cinero-griseus</i>) | - | - | - | - | - | - | +++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ |
| 灰褐类群(10) (<i>Griseofuscus</i>) | +++ | ++ | - | - | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ | ++ |
| 灰褐类群(11) (<i>Griseofuscus</i>) | + | - | - | +++ | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 金色类群(12) (<i>Aureus</i>) | + | - | - | +++ | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 金色类群(13) (<i>Aureus</i>) | - | - | - | - | - | - | + | + | + | ++ | ++ | ++ |
| 黄色类群(14) (<i>Flavus</i>) | - | - | - | +++ | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | ++ | ++ |
| 黄色类群(15) (<i>Flavus</i>) | +++ | ++ | - | - | - | - | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 烬灰类群(16) (<i>Cinero-griseus</i>) | - | - | - | - | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |

注: 括号内为分生孢子生长密度。

霉菌和酵母菌: 从表 5 中看出, 氟乐灵和豆科威对大多数霉菌的生长, 甚至在高浓度下都不产生抑制性影响。只有 4 号霉菌对氟乐灵和 9、11 号霉菌对豆科威表现敏感。拉索在高浓度下抑制了所有供试菌的生长。利谷隆对 5 和 13 号霉菌不产生任何影响, 但在其中等浓度以上时, 对其余霉菌均产生强烈抑制。

酵母菌对供试的四种除草剂皆具有耐药性, 只有 6 号(来阳酵母)对利谷隆反应较敏感。

土传植物病原真菌也是土壤微生物区系中的成员, 它们不仅参与土壤中物质的转化, 同时也作为植物病原菌而栖生于土壤中, 故施用除草剂对它们生态分布影响的研究将具有更积极的意义。从加有不同浓度除草剂的琼脂平板上测得菌落生长直径的资料(表 6)表明, 氟乐灵、利谷隆和拉索对试验菌都有不同程度的抑制作用, 除氟乐灵外, 其受抑制程度有与药物浓度相一致的趋势。同时表明, 在菌株生长的前 40 小时, 对所试三种药剂都较敏感, 但至 80 小时, 只是在高浓度下才有明显表现。这说明, 供试菌株在不同菌龄时的耐

表 5 不同化学除草剂的不同浓度对纯培养下霉菌和酵母菌生长的影响(单位: ppm)

Table 5 The influence of different herbicide concentrations on the growth of pure-cultured mould and yeast

| 真菌编号 Fungi No. | | 利谷隆 Linuron | | | 拉索 Lasso | | | 豆科威 Amben | | | 氟乐灵 Trifluralin | | | |
|-------------------|--------------------|----------------|------|------|-------------|------|------|--------------|------|------|--------------------|------|------|------|
| | | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 20 | 30 | |
| 霉菌编号 Mould No. | F ₂ | ++ | - | - | ++ | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | +++ | ++ | |
| | F ₄ | - | - | - | - | - | - | ++++ | ++++ | +++ | + | - | - | |
| | F ₅ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | + | - | ++++ | ++++ | +++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| | F ₆ | - | - | - | + | - | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| | F ₇ | ++++ | +++ | + | ++++ | +++ | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| | F ₈ | ++++ | - | - | ++++ | ++++ | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| | F ₉ | - | - | - | - | - | - | + | - | - | ++++ | +++ | + | |
| | F ₁₀ | - | - | - | ++ | + | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| | F ₁₁ | +++ | - | - | ++ | - | - | + | + | - | ++++ | +++ | ++ | |
| | F ₁₂ | ++ | ++ | + | + | - | - | - | ++++ | ++++ | +++ | ++ | + | |
| | F ₁₃ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++ | + | + | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++ | |
| | 酵母菌编号 Yeast No. | S ₁ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | +++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| | | S ₂ | ++++ | ++ | + | +++ | ++ | + | ++++ | ++++ | +++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| S ₃ | | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| S ₄ | | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | +++ | ++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| S ₅ | | ++++ | ++++ | +++ | +++ | ++ | + | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |
| S ₆ | | + | + | - | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ | |

表 6 不同化学除草剂对纯培养根腐病原菌生长的影响(菌落直径: 毫米)

Table 6 The influence of herbicides on the growth of pure-cultured root-rot fungi(colony diameter, mm)

| 药 剂 Herbicides | 浓 度 Conc. (ppm) | 小麦根腐镰刀菌 Root-rot <i>Fusarium</i> sp. of wheat | | 玉米根腐镰刀菌 Root-rot <i>Fusarium</i> sp. of corn. | | 小麦根腐蠕虫菌 <i>Helminthosporium</i> <i>sorokinianum</i> | |
|------------------------|--------------------|---|-------|---|-------|---|-------|
| | | 40 小时 | 80 小时 | 40 小时 | 80 小时 | 40 小时 | 80 小时 |
| 对照(无药) No herbicide | - | 31.75 | 77.40 | 16.18 | 43.28 | 23.26 | 65.73 |
| 氟乐灵 Trifluralin | 10 | 25.33 | 67.98 | 12.20 | 36.50 | 24.30 | 68.54 |
| | 20 | 24.10 | 62.25 | 11.65 | 34.95 | 17.54 | 49.27 |
| | 30 | 24.89 | 64.15 | 13.75 | 37.10 | 17.64 | 45.38 |
| 利谷隆 Linuron | 10 | 32.25 | 77.25 | 13.28 | 34.65 | 22.94 | 67.53 |
| | 30 | 22.90 | 71.95 | 8.63 | 26.10 | 15.74 | 38.26 |
| | 50 | 17.88 | 48.30 | 4.00 | 23.65 | 10.15 | 25.38 |
| 拉索 Lasso | 10 | 29.73 | 75.23 | 12.03 | 36.55 | 19.29 | 48.12 |
| | 30 | 26.63 | 71.85 | 12.38 | 31.13 | 13.14 | 31.15 |
| | 50 | 20.70 | 57.70 | 9.68 | 27.70 | 7.48 | 22.34 |

药性是不一样的,其耐药性有随菌龄增长而提高的趋势。

(二) 除草剂对土壤中微生物数量的影响

我们早期(1965)的研究表明,在田间白浆土上使用阿特拉津和西玛津后,土壤中三大类群微生物数量有增加趋势(表7)。从表7还可以看出,近期于白浆土上在施用尿素(150公斤/公顷)基础上使用了阿特拉津和赛克津,经30℃培养一个月后将土壤风干并保存了半年之后,测定土壤微生物数量结果表明,阿特拉津,特别是赛克津使细菌和真菌数量明显增加,放线菌数量似无明显影响。看来,三氮苯类除草剂对土壤微生物类群有明显

表7 三氮苯除草剂对土壤微生物数量的影响

Table 7 The influence of Triazines on population of soil microbes

| 土壤处理 Soil treatment | | 微生物数量(个/克土) Population of microorganisms (cells/lg soil) | | | 试验时间 Date of experiment |
|--------------------------|----------|---|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | 细菌×10 ⁶ Bacteria | 放线菌×10 ⁶ Actinomycetes | 真菌×10 ⁹ Fungi | |
| 对照(不施药) Control | | 7.86 | 0.10 | 22.6 | 1965年田间试验 |
| 阿特拉津(3kg/h.) Atrazine | | 7.92 | 0.59 | 25.6 | |
| 西玛津(3kg/h.) Simazine | | 12.86 | 0.11 | 31.4 | |
| 对照(不施药) Control | | 63.7 | 94.7 | 15.7 | 1980年土壤培养试验 |
| 阿特拉津 Atrazine | (1kg/h.) | 74.3 | 78.7 | 22.0 | |
| | (5kg/h.) | 100.7 | 85.3 | 19.3 | |
| 赛克津 Sencor | (1kg/h.) | 78.3 | 66.3 | 26.0 | |
| | (5kg/h.) | 156.3 | 87.8 | 31.3 | |

表8 不同化学除草剂对麦秸还田土壤微生物数量的影响(个/克干土)

Table 8 The influence of herbicides on population of soil microbes after applying wheat straw into field (cells/g. dry soil)

| 土壤处理 Soil treatment | | 细菌×10 ⁶ Bacteria | 放线菌×10 ⁶ Actinomycetes | 真菌×10 ⁹ Fungi |
|------------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 对照(不施药) Control | | 87.67 | 15.60 | 287.0 |
| 氟乐灵 Trifluralin | 4ppm | 36.40 | 10.53 | 256.0 |
| | 12ppm | 29.42 | 10.80 | 309.9 |
| 利谷隆 Linuron | 4ppm | 72.11 | 24.74 | 456.6 |
| | 20ppm | 44.73 | 20.20 | 117.2 |
| 拉索 Lasso | 4ppm | 61.68 | 14.17 | 218.4 |
| | 20ppm | 54.75 | 11.47 | 297.4 |

注: 药剂浓度以土壤基质总重量(包括水分)计算,以下的表皆同。

的“激活”效应。这与国外早期工作结果^[8,9]相一致。

当土壤中存在大量新鲜能源物质时,土壤微生物学过程将得到极显著的增强,同时也暂时改变了其区系组成^[4]。在此情况下,除草剂的微生物降解速率也大大加快^[6],故显著降低了除草剂的生物毒性^[2,3]。经布置麦秸还田同时施用氟乐灵、利谷隆和拉索的试验结果(表 8)表明,氟乐灵使土壤中细菌数量大大减少,放线菌数量影响较小,真菌数量无影响;利谷隆只在高浓度(20 ppm)下才明显阻止细菌和真菌的数量增长,拉索使细菌数量明显减少。

(三) 除草剂对土壤纤维素分解强度的影响

根据施药后不同时期测定土壤纤维素分解强度的结果表明,氟乐灵在施入土后的三个月内,未观察到有何影响;利谷隆表现在施药后的第 30 和 40 天中有某些降低外,其余时期也未发现明显影响;拉索则在整个试验期间表现了强烈的抑制效应,并随药物浓度提高而增强(图 1)。此外,观察到三种除草剂在施入土壤后的第三个月,土壤中纤维素分解强度有再次下降趋势,这可能是药物在土壤中降解所产生的某些毒性基团对微生物学过程产生的抑制效应。

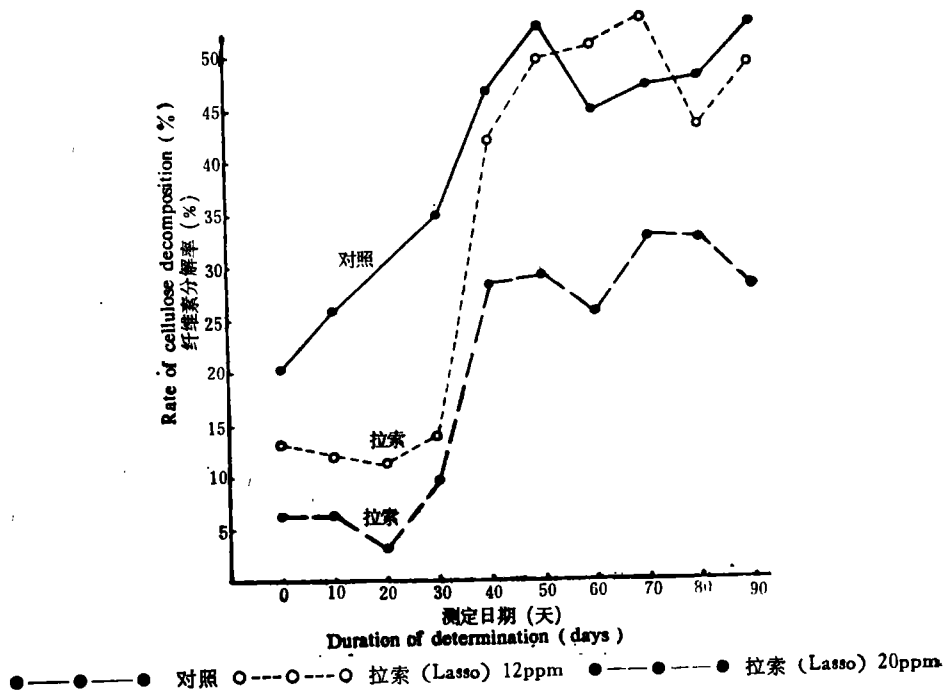


图 1 拉索对土壤纤维素分解强度的影响

Fig. 1 The influence of Lasso on rate of soil cellulose decomposition

(四) 除草剂对土壤氨化和硝化作用的影响

以尿素作为氧化基质的试验结果表明,除草剂氟乐灵、拉索、阿特拉津和赛克津对尿素氨化作用都未表现抑制作用;相反,施用高剂量拉索和赛克津时,显著增加了第十天中

表 9 不同化学除草剂对土壤硝化作用的影响
Table 9 The influence of herbicides on soil nitrification

| 土壤处理 Soil treatment | 测定日期 (天) Time of determination (days) | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|
| | 3 | | 6 | | 10 | | 20 | | 30 | | | |
| | NO ₃ -N mg/100g | 硝化率 % | NO ₃ -N mg/100g | 硝化率 % | NO ₃ -N mg/100g | 硝化率 % | NO ₃ -N mg/100g | 硝化率 % | NO ₃ -N mg/100g | 硝化率 % | NO ₃ -N mg/100g | 硝化率 % |
| 对照(不施药) Control | 2.30±0.15 | 7.1 | 6.73±0.66 | 26.8 | 13.55±0.80 | 59.5 | 17.70±1.61 | 69.9 | 15.85±0.83 | 48.1 | | |
| 氟乐灵 Trifluralin | 2.46±0.15 | 8.1 | 7.05±0.75 | 28.9 | 14.45±0.43 | 65.4 | 17.10±1.41 | 66.0 | 17.90±0.46 | 61.3 | | |
| | 1.67±0.05 | 3.0 | 6.58±0.29 | 25.9 | 13.00±0.82 | 56.0 | 18.05±1.30 | 72.1 | 17.60±1.07 | 59.4 | | |
| 拉索 Lasso | 1.59±0.03 | 2.5 | 6.10±0.19 | 22.8 | 13.20±0.88 | 57.3 | 18.00±0.88 | 71.7 | 17.25±0.01 | 57.1 | | |
| | 1.29±0.17 | 0.6 | 4.28±0.06 | 11.0 | 9.53±0.86 | 33.6 | 17.95±1.19 | 71.5 | 17.40±1.17 | 58.1 | | |
| 对照(不施药) Control | 2.80±0.36 | 1.30 | 7.86±0.38 | 14.7 | 20.50±0.82 | 46.8 | 26.02±3.42 | 63.0 | 22.40±0.93 | 56.8 | | |
| 阿特拉津 Atrazine | 2.66±0.56 | 0.9 | 8.10±0.32 | 15.5 | 19.74±0.66 | 44.3 | 28.00±2.05 | 57.0 | 21.60±0.15 | 54.2 | | |
| | 2.64±0.42 | 0.8 | 7.66±0.42 | 14.1 | 21.40±1.84 | 49.7 | 27.50±1.67 | 68.4 | 20.38±1.02 | 50.3 | | |
| 赛克津 Sencor | 3.06±0.04 | 2.5 | 7.66±0.42 | 14.1 | 19.94±0.94 | 45.0 | 24.95±1.42 | 60.2 | 22.95±2.17 | 58.6 | | |
| | 3.04±0.20 | 2.1 | 7.66±0.12 | 14.1 | 22.80±2.70 | 54.2 | 28.45±0.69 | 71.5 | 22.90±1.02 | 58.4 | | |

NH₄-N 的积累(分别相对提高 67% 和 81% 左右)。

供试药剂对硝化作用的影响(表 9)表明, 只有拉索呈现强烈抑制硝化率, 但 10 天以后反有促进硝化过程的趋势。施氟乐灵和阿特拉津的土壤只在最初三天中硝化率有明显降低(氟乐灵 0.5 公斤/公顷例外), 而赛克津却始终表现一定程度的促进作用。Hamdi 等人(1969)^[5]认为硝化细菌对氟乐灵是非常敏感的, 但在我们试验中并未发现对土壤硝态氮积累有何实质性影响。

三、结 论

1. 在纯培养条件下, 除草剂氟乐灵、利谷隆和拉索(10—50 ppm)对细菌生长表现了敏感的抑制效应; 豆科威几乎无影响; 固氮菌和酵母菌具有很强的耐药性; 大豆和绿肥根瘤菌在高于田间浓度 5—20 倍氟乐灵琼脂基上也能很好生长。拉索和利谷隆能强烈抑制多数放线菌生长; 氟乐灵和豆科威只对少数放线菌有抑制影响; 四种除草剂皆在低浓度(10 ppm)下阻止全部放线菌分生孢子产生。氟乐灵和豆科威对多数霉菌生长无影响; 而拉索和利谷隆却强烈抑制多数霉菌生长。

小麦和玉米根腐病菌(镰刀菌和蠕虫菌)的生长速度也受到氟乐灵、利谷隆和拉索不同程度的抑制, 并随菌龄增长其耐药性提高。

2. 白浆土施用常规剂量阿特拉津、西玛津和赛克津后, 对土壤细菌、放线菌和真菌数量表现了“激活效应”。

3. 在微生物学过程进行旺盛和有机能源丰富的土壤中, 氟乐灵强烈抑制细菌数量; 利谷隆和拉索只在高剂量(20 ppm)下对细菌以及分别对真菌和放线菌数量产生明显抑制效应。

4. 在施药后的三个月之中, 拉索强烈抑制土壤纤维素分解强度, 氟乐灵和利谷隆则无明显影响。它们对麦秸分解的最初时期和后期皆表现一定程度的抑制效应。

5. 氟乐灵、拉索、阿特拉津和赛克津对尿素的氨化作用无明显影响。对其硝化率的影响虽然在头 10 天内表现各异, 此后就无明显差异。

参 考 文 献

- [1] 汤树德等, 1980: 作物秸秆直接还田的土壤生物学效应。土壤学报, 第17卷第2期, 172—181页。
- [2] 汤树德等, 1983: 除草剂氟乐灵对大豆结瘤、固氮和生育产量影响的研究初报。大豆科学, 第2卷, 第2期, 第140页。
- [3] 汤树德等, 1982: 生态条件对氟乐灵影响大豆结瘤、固氮酶活性的研究初报。中国油料, 第4期, 第48页。
- [4] Breazeale, F. W. and Camper, N. D., 1970: Bacterial, fungal and actinomycete populations in soils receiving repeated applications of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and Trifluralin. Appl. Microbiol, 19: 379.
- [5] Hamdi, Y. A., et al., 1969: Effect of the herbicide Trifluralin on nitrogen fixation in Rhizobium and Azotobacter and on nitrification. Acta Microbiol Pol. 1: 53.
- [6] Parr, J. F., et al., 1973: Degradation of Trifluralin under laboratory conditions and soil. Soil Sci., 115: 55.
- [7] Wainwright, M., 1978: A review of the effects of pesticides on microbial activity in soils. J. Soil Sci., 29: 287.
- [8] Воеводян, В., 1977: Гербициды и микрофлора почвы. Защита Растений, 3: 28.

- [9] Мишустин, Е. Н., 1964: Влияние гербицидов на микробиологические процессы в почвах. Изв. АН СССР, Серия Биол., 2: 197.

EFFECT OF CHEMICAL HERBICIDES ON MICROBES AND TRANSFORMATION OF SUBSTANCES IN SOIL

Tang Shude, Li Hanchang and Shi Jingbo

(8.1 Agricultural College of Heilongjiang)

Summary

1. Under the condition of pure culture, Trifluralin, Linuron and Lasso (10—50 ppm) showed sensitive inhibitory effect on the growth of bacteria, while Amiben had no this effect. Azotobacters and Saccharomycetes had high resistability to herbicides. Nodule bacteria of soybean and green manure crops could be grow well on Trifluralin agar plate in which the concentration was 5—20 times as high as that in the fields. The growth of actinomycetes and majority of fungi was inhibited strongly by Lasso and Linuron. Trifluralin and Amiben had inhibitory effect only on a few actinomycetes and fungi. The formation of actinomycete conidiospores was inhibited by most of herbicides under the condition of low concentration.

2. Atrazine, Simazine and Sencor applied on planosol in normal dose showed activation effect on soil bacteria, acrinomycetes and fungi.

3. During three months after application of herbicides, Lasso clearly depressed the rate of soil cellulose decomposition, while Trifluralin and Linuron showed no such effect. But they showed certain inhibitory effect on decomposition of wheat straw in the early period and the later period.

4. Trifluralin, Atrazine and Sencor had no effect on ammonification or nitrification of urea, but Lasso inhibited nitrification strongly in the early ten days, and then the difference in effect of the four herbicides was disappeared.