



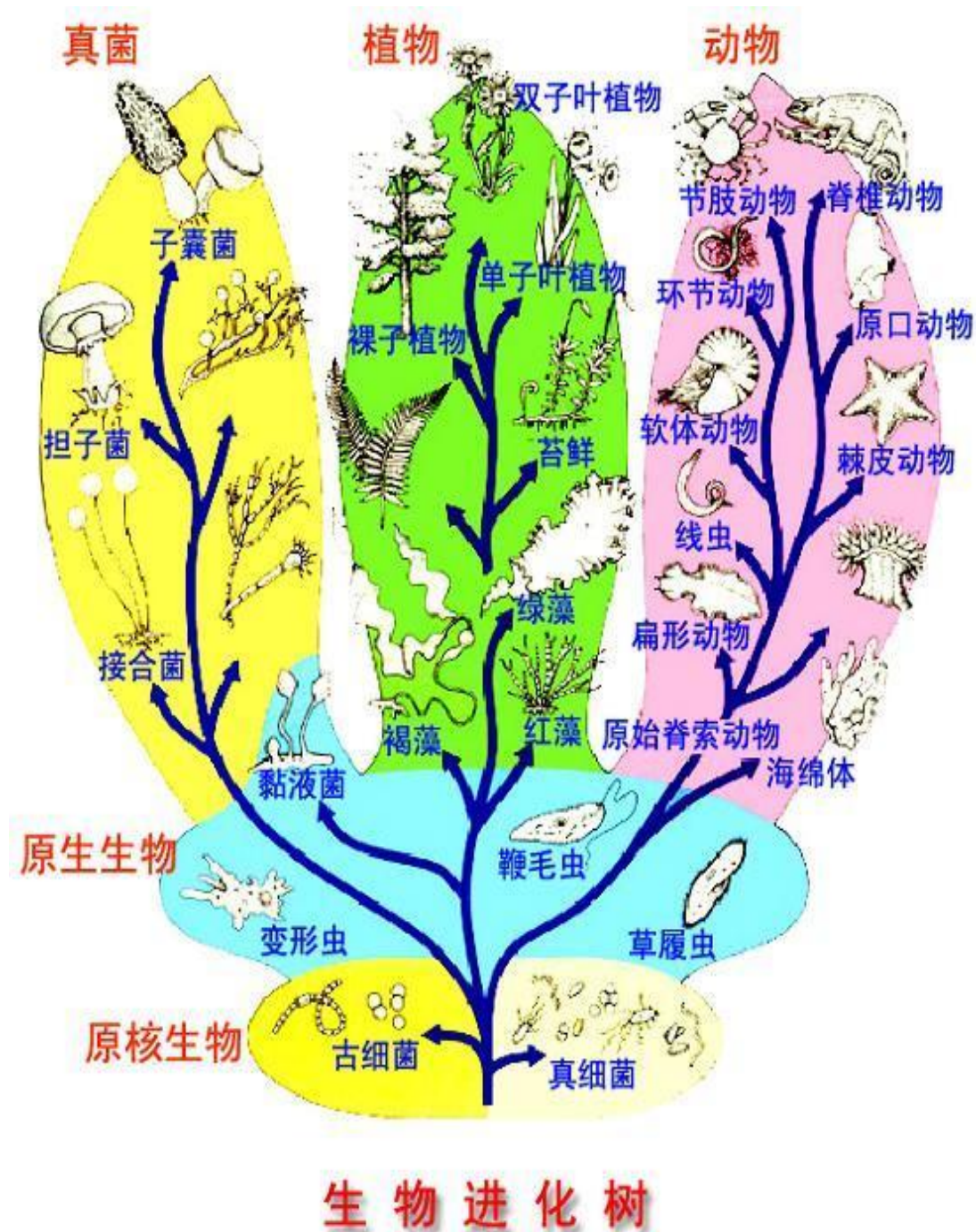
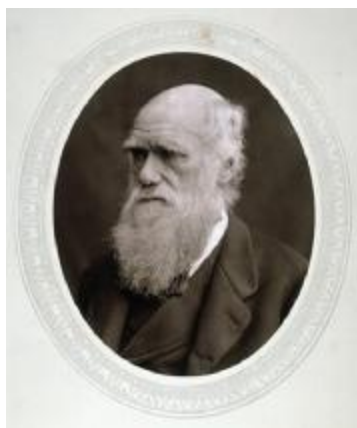
中国小麦禾谷孢线虫研究进展

赵杰

24 October 2013

植物病原生物种类

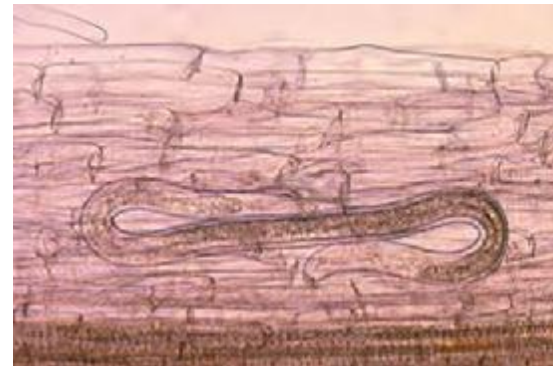
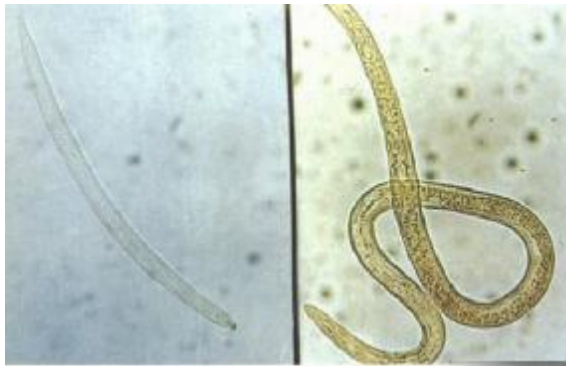
- 真菌
- 细菌
- 病毒
- 寄生性种子植物
- 寄生性线虫



植物病原线虫概况

Nematode

- 又称蠕虫，是一种低等动物，在数量和种类上仅次于昆虫，居动物界第二位。
- 线虫分布很广，多数腐生于水和土壤中，少数寄生于人、动物和植物。
- 植物线虫的数量约占所有线虫种类的20%。
- 危害植物的称为植物病原线虫或植物寄生线虫，或简称**植物线虫（plant parasitic nematode）**。



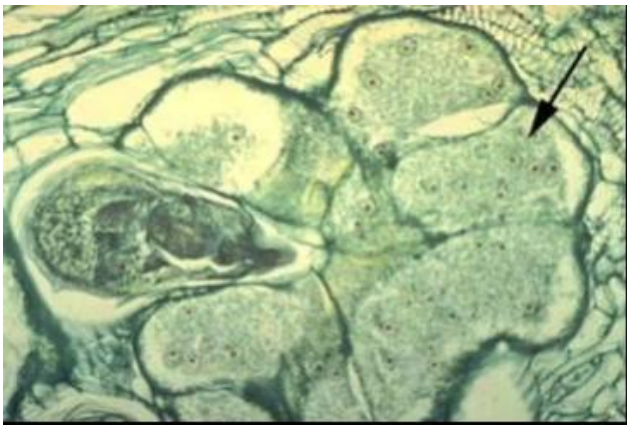
线虫病为什么是植物病害？

- 植物受线虫危害后所表现的症状，与一般的病害症状相似，因此常称线虫病。
- 习惯上都把寄生线虫作为病原物来研究，所以它是植物病理学内容的一部分。



线虫是如何对植物造成病害？

- 线虫对植物破坏作用最大的是**食道腺的分泌物**。
- 分泌物有助于**口针**穿刺细胞壁和消化细胞内含物便于吸取。
- 其它作用
 - (1) 刺激寄主细胞的**增大**,以致形成巨型细胞或合胞体。
 - (2) 刺激细胞分裂形成瘤肿和根部的过度分枝等**畸形**;
 - (3) 抑制根茎顶端分生组织细胞的**分裂**等。





危害 Damage



- 可引起多种植物病原线虫病害。
- 全世界每年因线虫危害给粮食和纤维作物造成的损失大约为12%。
- 可传播病毒、细菌等。



我国主要的植物线虫病

- 根结线虫病；
- 大豆孢囊线虫病；
- 小麦粒线虫病；
- **小麦孢囊线虫病；**
- 甘薯茎线虫病；
- 水稻干尖线虫病；
- 粟线虫病；
- 松材线虫病；
- 柑橘半穿刺线虫病等。

小麦的孢囊线虫种类：

危害小麦根系的孢囊线虫有**9**种，分别属于孢囊线虫属(*Heterodera*)和刻点孢囊线虫属(*Punctodera*)，在孢囊线虫属中有：

禾谷孢囊线虫(*Heterodera avenae*)、

菲力普孢囊线虫(*H. filipjevi*)、

宽阴门孢囊线虫(*H. latipons*)、

双膜孔孢囊线虫(*H. bifenestra*)、

玉米孢囊线虫(*H. zaeae*)、

大麦孢囊线虫(*H. hordecalis*)、

巴基斯坦孢囊线虫(*H. pakistanensis*)、

龙爪稷孢囊线虫(*H. delvii*)

刻点孢囊线虫(*P. punctata*) (Cook, 1982., Madzhidov, 1982)。



Tomato root-knot nematode

4 种



Soybean cyst nematode



Rice white-tip nematode



Potato stem nematode



Wheat nematode disease



Pine wood nematode

小麦禾谷孢囊线虫病

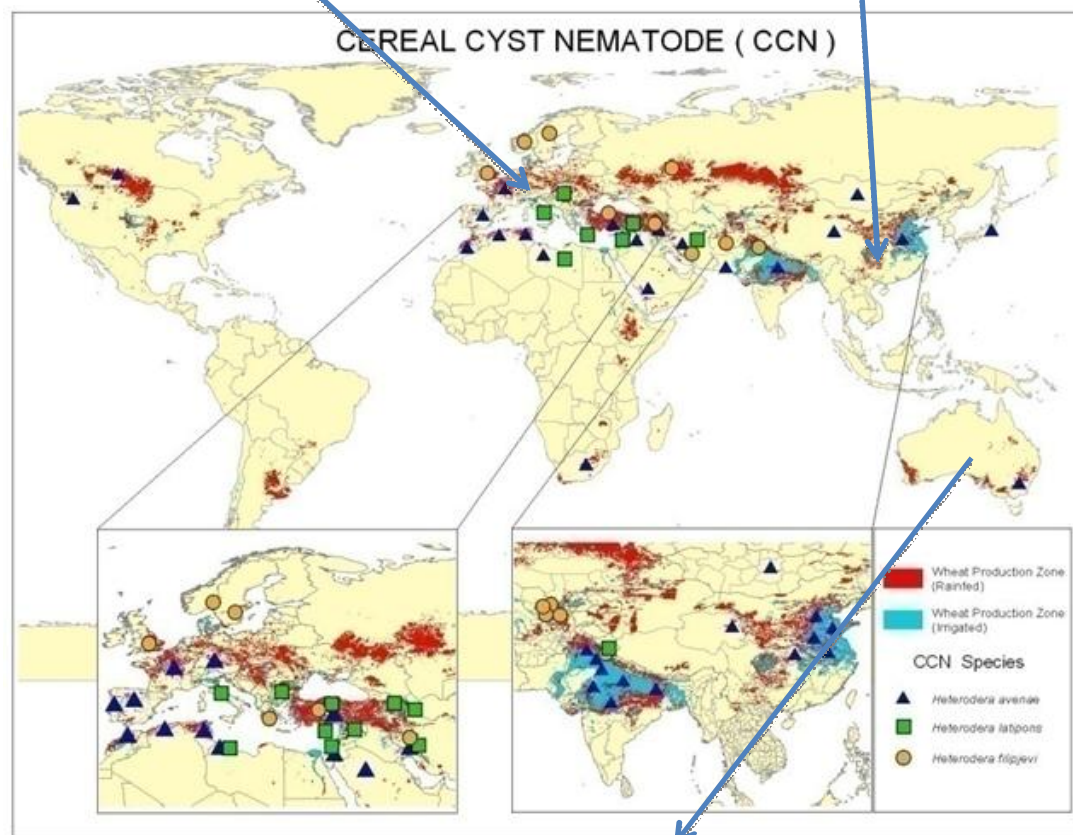
Cereal Cyst Nematode (CCN)

世界性禾谷作物重要病害

- ✓ 37个国家发生危害
- ✓ 主要危害小麦、大麦、燕麦等
- ✓ 一般损失23-50%，严重时73-89%
- ✓ 毒性分化明显，致病型多
- ✓ 耐旱耐寒能力强，主要靠土壤、机械和水流传播
- ✓ 防治极困难，化学防治效果差

1874, 德国

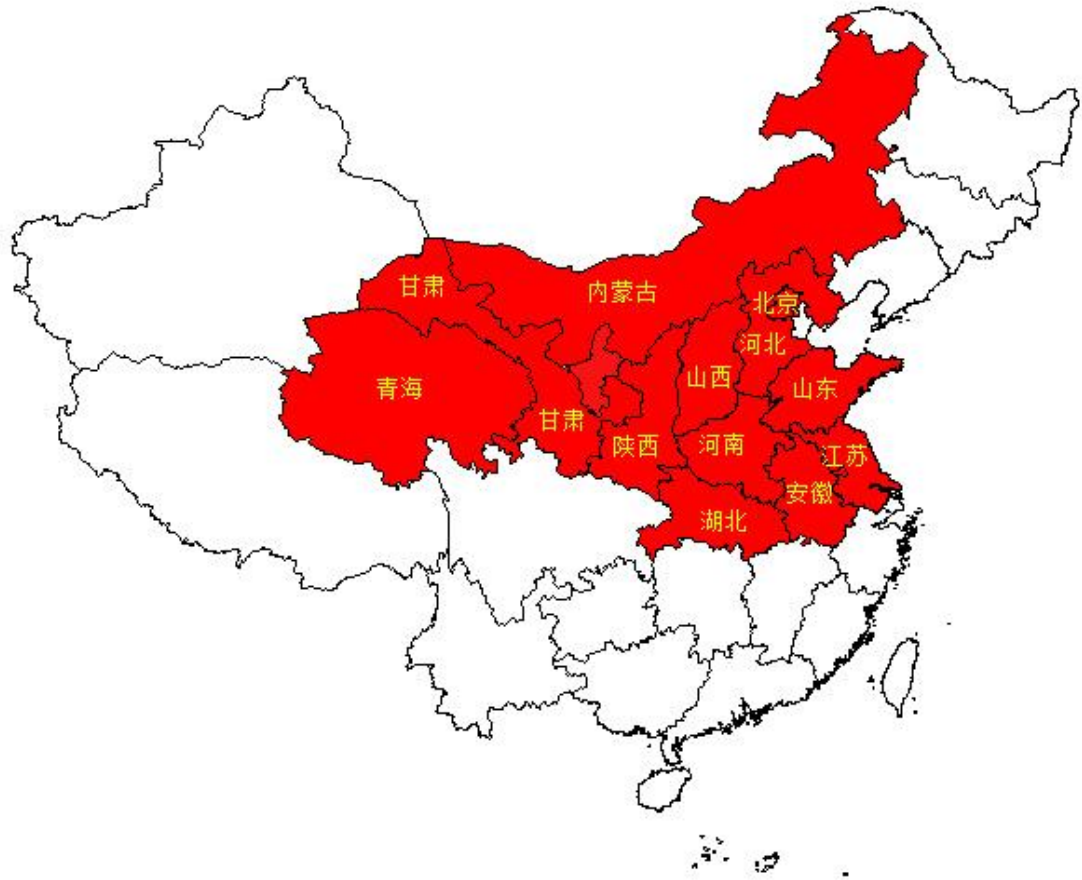
1987, 中国



1984, 澳大利亚, 减产73%-89%

CCN 在我国的分布

- 我国自1987年在湖北省天门县岳口镇发现。
- 目前，在湖北、河南、河北、北京、山东、山西、内蒙古、青海、安徽、甘肃、陕西、宁夏13省(市)发生。



CCN-危害严重，损失极大，
发生面积超过5000万亩

6个小麦生产大省调查：

河南：产量损失17-42%，严重损失80%，发生面积1700万亩

河北：产量损失15-25%，严重损失40%，发生面积1000万亩

山东：2009年调查估计 1000万亩，

江苏：2009年调查，12个县市发生危害，发病面积400万亩

安徽：2007-2009调查，发生面积 1100万亩

陕西：2010-2012调查，发生面积800万亩

CCN危害症状



CCN危害症状



易与缺肥缺水混淆





CCN调查的适期与方法

抽穗到扬花期，根上有白色孢囊。



CCN病原线虫



燕麦孢囊线虫(*Heterodera avenae*)。

寄主范围

- 世界：禾本科27属32种；25属67种。
- 我国：小麦、裸大麦、米大麦、家燕麦、野燕麦、黑麦草、鹅冠草、苇状羊茅、球茎草芦、鸭茅草
- 新寄主：蜡烛草、节节麦

新杂草寄主

蜡烛草 *Phleum paniculatum*

节节麦 (*Aegilops squarrosa*)



CCN的取样与分离

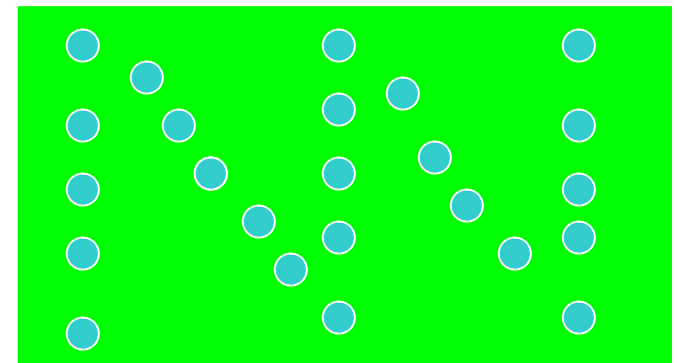
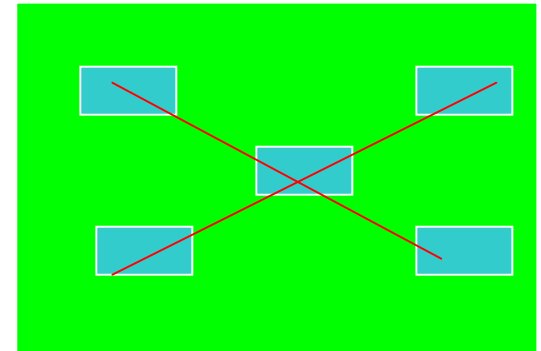
1. 取样

- 取样工具

包括小铁锹、铲子、土壤取样器、螺丝刀、自封口塑料袋、标签，记号笔，铅笔和记录本

- 取样方法

“Z”字形取样法，对角线五点取样法。



2. 分离

(1) 土样阴干

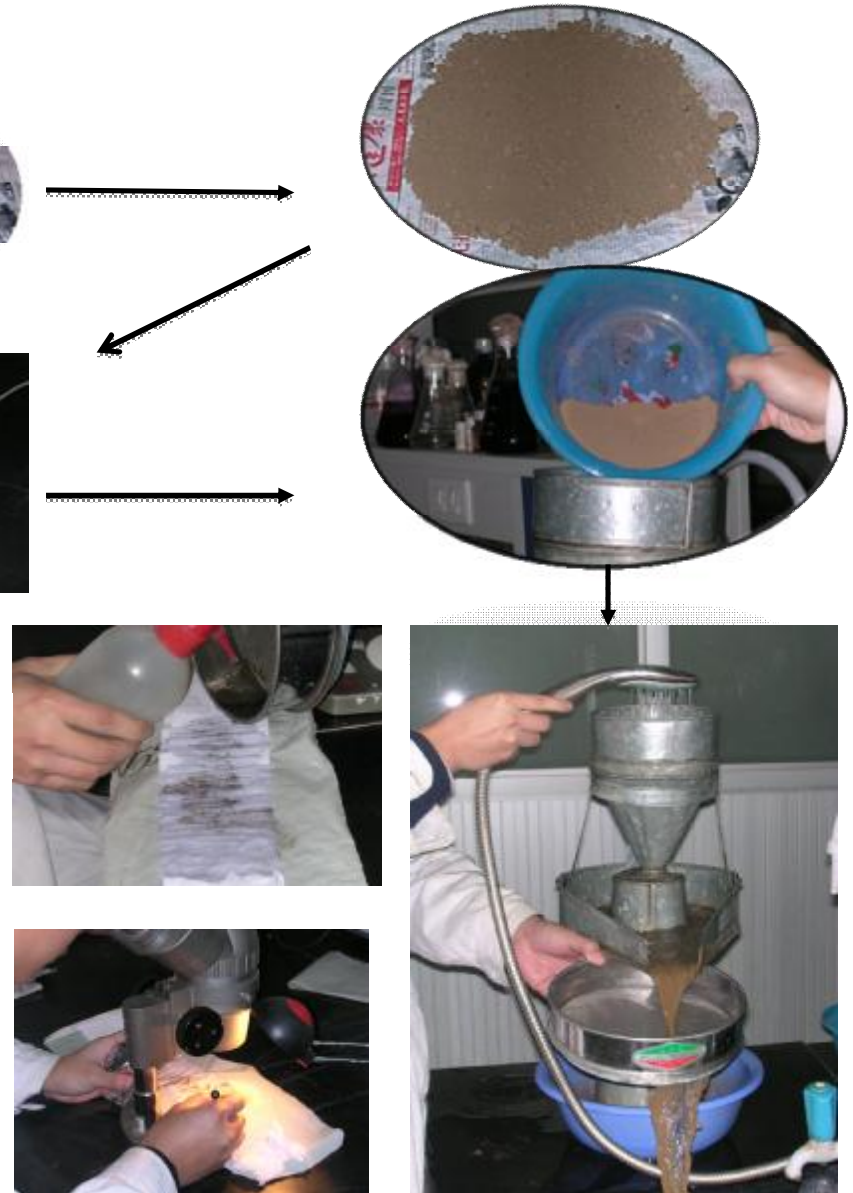


(2) 土样称重



(3) 孢囊分离

(4) 收集、镜检



CCN的鉴定方法

1. 苗期鉴定

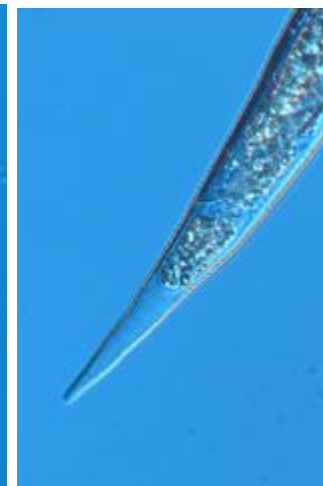
2. 成株期鉴定

3. 分子鉴定



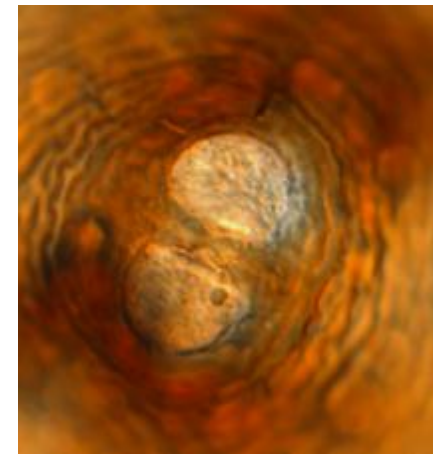
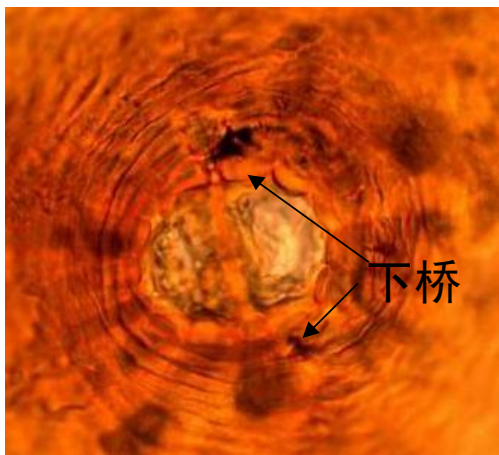
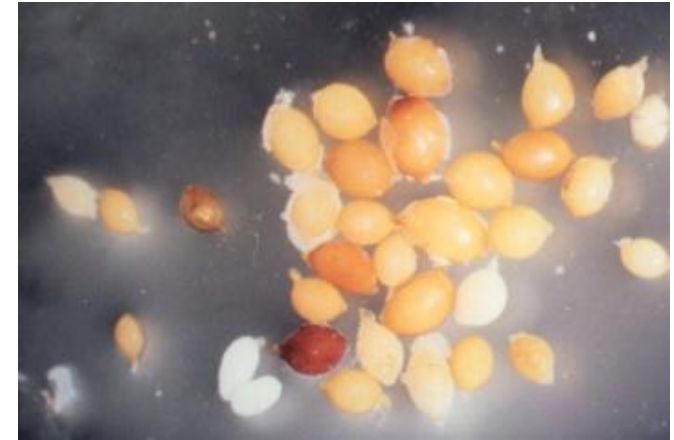
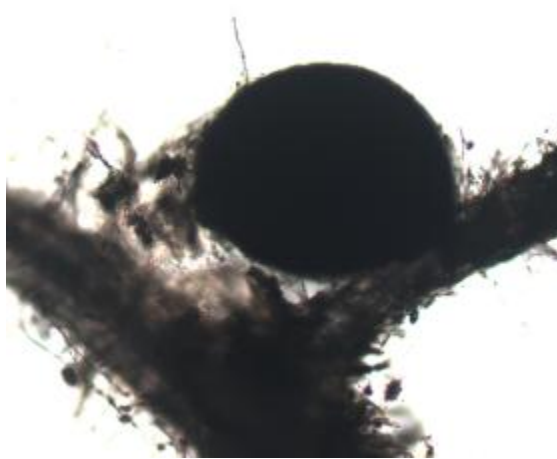
15%NaClO,15min

0.5%酸性品红
染色液，微波炉
加热1min，冷却
后用水漂洗



CCN的鉴定方法

2.成株期鉴定



(*Heterodera filipjevi*) (有下桥)

(*Heterodera avenae*) (无下桥)

CCN的鉴定方法

3. 分子鉴定

ITS-RFLP

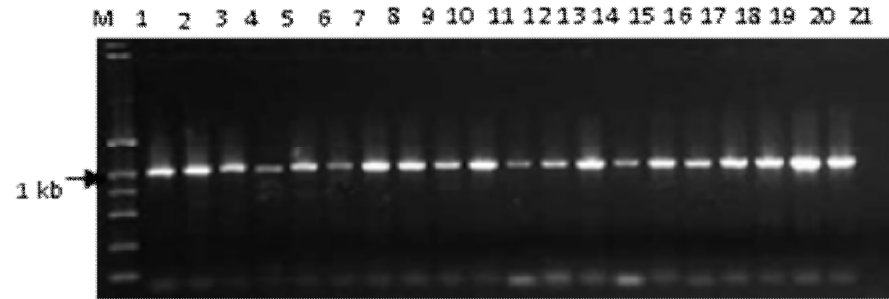
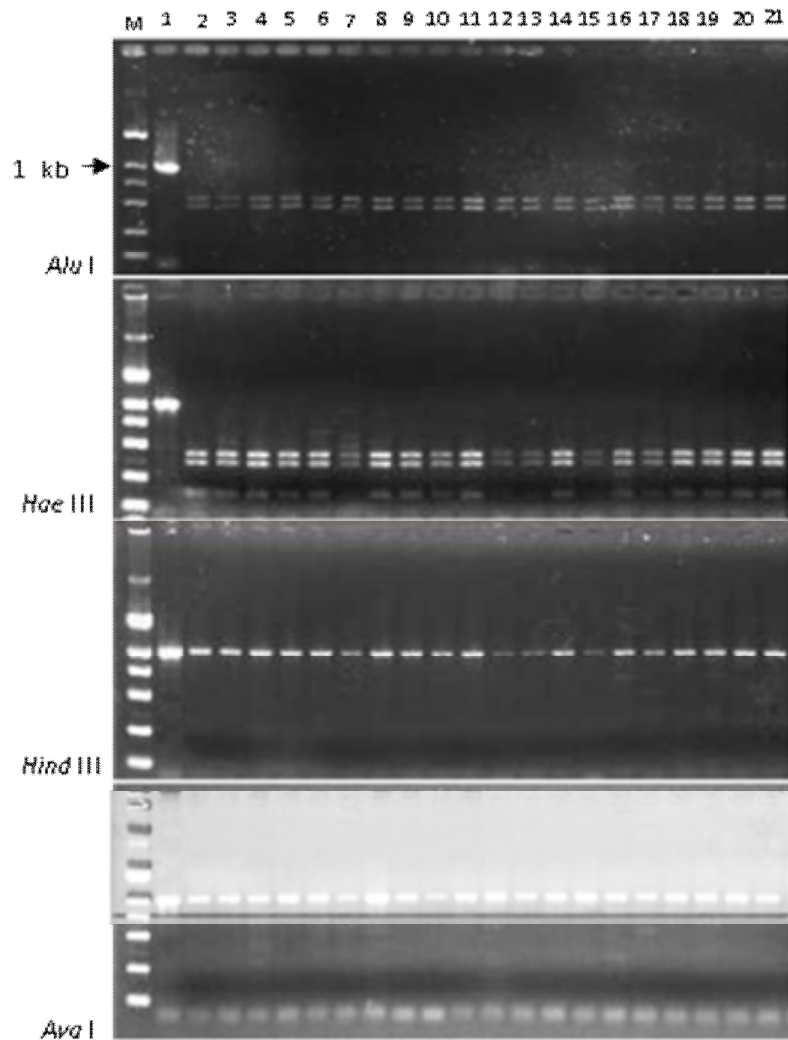
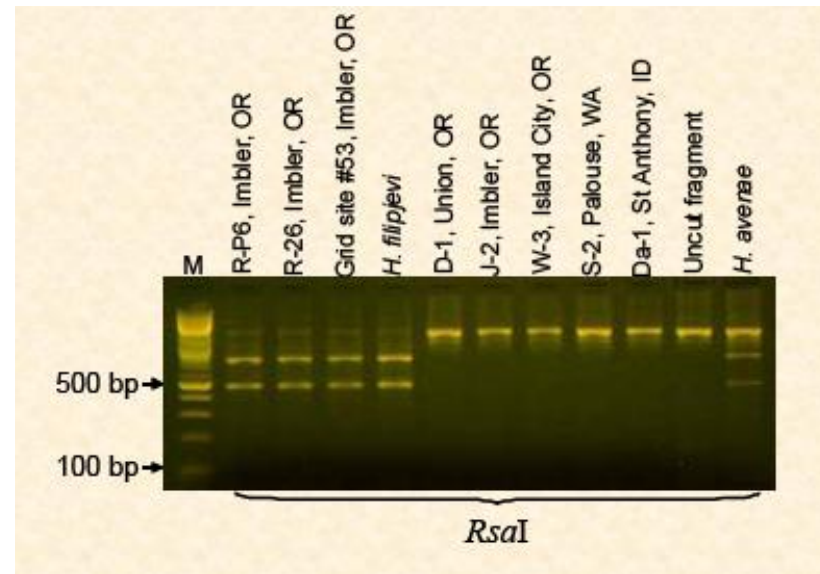


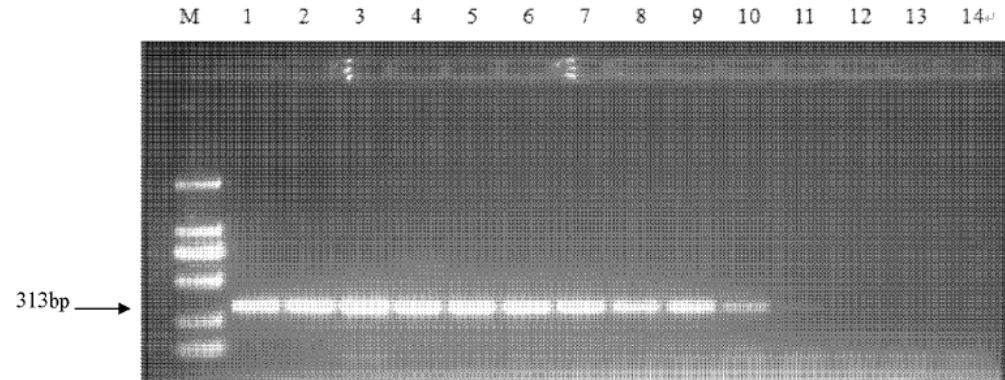
Fig. 1 PCR amplification products of rDNA-ITS of *Heterodera avenae* with primers TW81 and AB28. lane M:DL2000 marker; lane 1-20: Ha1 to Ha20 of *H. avenae* population sampled different regions in Shaanxi; 21=negative control



CCN的鉴定方法

3. 分子鉴定

H. filipjevi

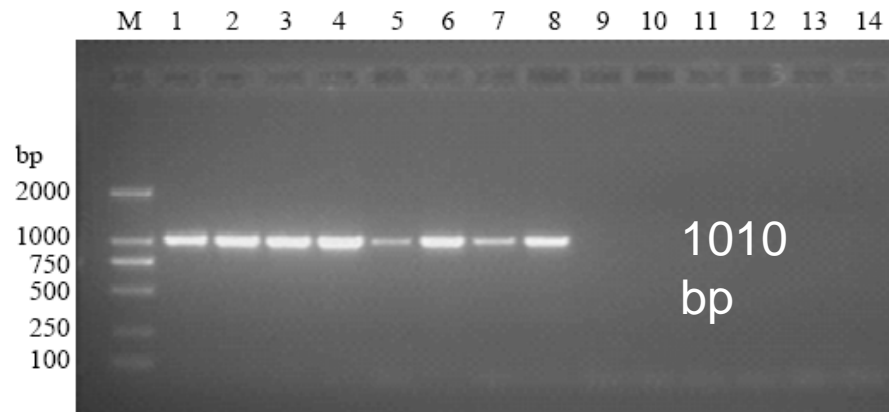


HfF1 :5' -AATCCTTACACCGTTGTTTATTA-3'

HfR1 :5' -ATTCTTCCTCCTTCTCCCACTAT-3'

彭德良, 等, 2012, 专利号: 201110338657.5

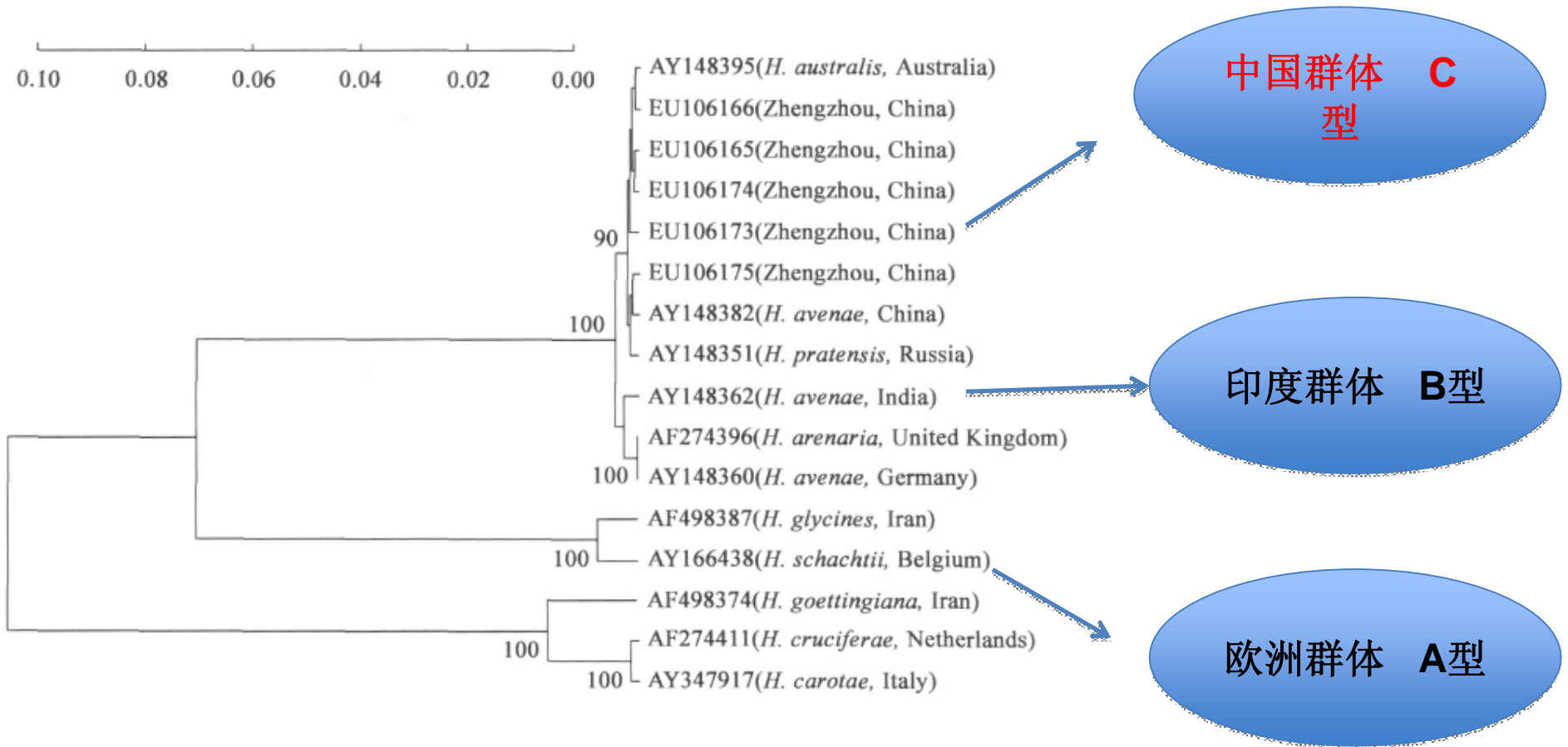
H. avenae



HaF1 (5' -
TGACGAGAACATATGATGGGGAT-3') ,

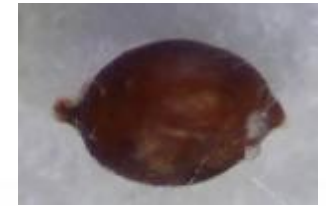
元晓莉, 等, 中国农业科学, 2012, 45 (21) : 4388-4395
HaR1 (5' -
GAGGGGGTGGGAATGAAATGGAT-3')

CCN的致病类型



CCN发生规律

在我国一般1年发生1代。

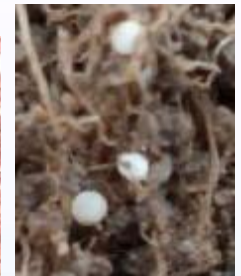
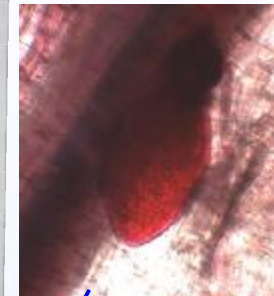


根系外的白色孢囊



根系外的J3与雄虫

膨大的J3



土



小麦秋播后CCN侵染



侵入根部的J2



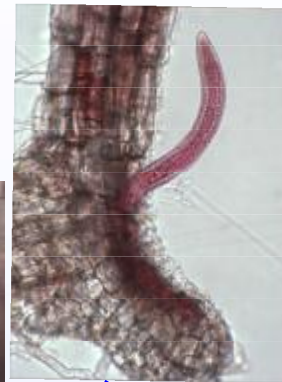
侵入根冠内部的J2



从根冠部半侵入的J2



膨大的J2与游离根系的J3



根系外的J3与雄虫

2012-02-28

2012-03-10

2012-03-20

2012-04-10

2012-04-13

2012-04-25

2012-05-02

CCN的传播

u 耐旱耐寒能力强，主要靠土壤、机械和水流传播。



CCN发病条件

- (1) 气候条件
- (2) 土壤条件（土质、含水量等）
- (3) 肥力水平
- (4) 品种抗病性

(1) 气候因素

- 在幼虫孵化时期恰逢天气凉爽而土壤湿润，使幼虫能够迅速孵化并向植物根部移动，为害严重；
- 在小麦的生长季节干旱或早春出现低温天气，受害加重。

(2) 土壤因素

- 据调查，该线虫在除红棕土外的各类土壤中均有分布
- 。
- 一般在通气性好的砂壤土及砂土中为害严重，粘重土壤中为害相对较轻。
- 河南农业大学研究发现，土壤含水量过高或过低均不利于线虫发育和病害发生，平均绝对含水量8~14%有利于发病。

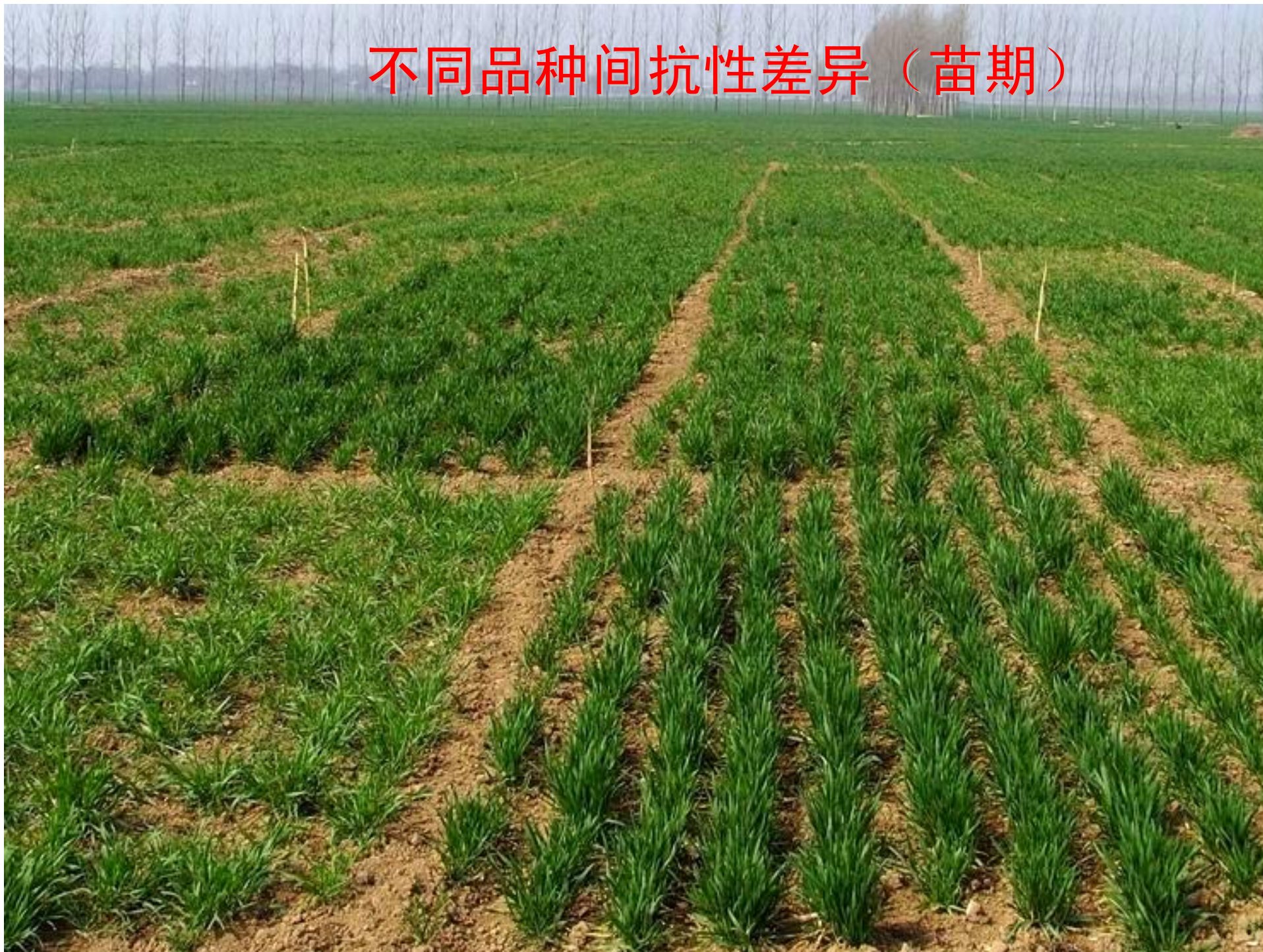
(3) 肥水因素

- 氮肥、磷肥能够抑制该线虫群体增长，钾肥则刺激该线虫孵化及生长（河南农大）；
- 土壤水肥条件好的田块，生长健壮，损失较小；
- 土壤肥水状况差的田块，损失较大。

(4) 作物及品种

- 小麦、大麦、燕麦等多种禾谷类作物都是该线虫的寄主，但感病性程度有所不同。
- 在我国小麦是该线虫的主要寄主作物，不同小麦品种间对该线虫的抗、耐病性存在明显差异。

不同品种间抗性差异（苗期）



CCN防治

- 利用抗病品种
- 农业防治技术
- 化学防治方法
- 生物防治

1. 推广种植抗病品种

- 种植抗病品种是经济有效的防治措施，澳大利亚通过培育和推广抗病品种有效地控制了该病的危害。
- 太空6号、温麦4号、新麦18、中育6号等品种具有一定抗性。



济麦1号



太空6号



豫麦18



温麦4号

2. 农业防治技术

(1) 轮作:

- 通过与非寄主植物（如油菜、大豆、豌豆和苜蓿等）和不适合的寄主植物（玉米等）轮作，可以明显降低土壤中禾谷孢囊线虫的种群密度。
- 与棉花、油菜等连作2年后种植小麦，或与胡萝卜、绿豆轮作3年以上，或与水稻轮作1年，可有效防治小麦禾谷孢囊线虫病。

(2) 适当调整播期

- 小麦孢囊线虫卵的孵化需要低温刺激，15 °C 左右最适于孵化。
- 因此，调节小麦播种期，适当早播，可以减少病害发生程度。随温度的降低，大量2龄幼虫孵化时，此时小麦根系已经发育良好，抗侵染能力增强，发病减轻。（适合冬性品种）
- 适当晚播，避开卵孵化高峰期，也可减轻病害发生程度。（适合春性品种）

(3) 合理施肥和灌水

- 适当增施氮肥和磷肥，改善土壤肥力，促进植株生长，可降低小麦孢囊线虫的危害程度，而偏施钾肥可以加重病情。
- 干旱时应及时灌水，能有效减轻危害。
- 播后适当镇压，可减轻病害发生。

3. 化学防治

- 使用杀线剂 **Nematocide application**
- 种子包衣 **seed coating**
- 在小麦播种期用**5%**灭线磷（线敌）颗粒剂每亩**3kg**，播种时沟施，能在一定程度上降低该线虫的危害，防治效果**50%**左右。
- **15%**铁灭克颗粒剂**2kg**，或**5%**神农丹颗粒剂防效较好，但毒性大，成本高，不宜推广。



对照区, 不施药

铁灭克颗粒剂2kg/亩



4.生物防治:

- 目前，国内外发现嗜线疫霉、厚垣孢轮枝菌等生防菌对该线虫有一定防治效果，但尚未在生产上大面积推广。



澳大利亚小麦胞囊线虫病风险评估标准

每克土壤卵量 (Eggs /g Soil)	<1	1~5	6~10	>10
每百克土壤孢囊数 (cysts/100g soil)	<0.5	0.5~2	3~4	>4
危害风险 (Risk)	无 (Limit)	低 (Low)	中等 (Medium)	高 (High)

谢谢