

“十一·五”国家科技支撑计划
现代农村信息化关键技术研究

蔬菜专家

系统知识规则集

主编 张文军 段玲玲



河北科学技术出版社

“十一·五”国家科技支撑计划
现代农村信息化关键技术研究

蔬菜专家

系统知识规则集

主编 张文军 段玲玲



河北科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜专家系统知识规则集/张文军, 段玲玲主编
—石家庄: 河北科学技术出版社, 2009.7
ISBN 978-7-5375-3843-5

I. 蔬… II. ①张… ②段… III. 蔬菜技术 IV. S63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 115937 号

蔬菜专家系统知识规则集

主编 张文军 段玲玲

出版发行	河北科学技术出版社
地 址	石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编:050061)
印 刷	石家庄市乡依印刷有限公司
开 本	880 × 1230 1/16
印 张	22
字 数	617400
版 次	2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
定 价	80.00 元

《蔬菜专家系统知识规则集》编委会

主 编	张文军	段玲玲				
副主编	蔡淑红	蒋晓茹				
编著者	段玲玲	蔡淑红	蒋晓茹	宋 岩	成铁刚	张忠义
	崔文顺	贺佩英	李 冲	刘文阁	王振山	丁晓颖
	田满利	刘 博	孙敬国	房庆国	张明军	张银平
	刘文魁	李建伟	周建忠	韩秀玲	李翠霞	龚贺友
	郑悦忠	秦瑞祥	卢海山	吕美芳	朱恩昌	李忠民
	刘海利	袁德华	贾永奇	王宝义	于秀华	冀连红
	崔秀霞	郭海全	李兰功	魏凤友	张颖军	张志敏
	董礼栋	马书昌	杨金龙	任肃科	刘彦民	贾继红
	石 径	仝春娥	靳新艳	连红香	段学君	钟秀华
	王月芬	杨大俐	董秀英	张进文	李丽芳	商翠敏
	何宇炜	王淑英				
编 审	王振庄	于凤玲				

内 容 提 要

本书是在河北示范区组织实施国家“十一五”科技支撑计划“现代农村信息化关键技术研究”以及“河北省农业信息发布系统及信息资源建设”课题期间，经过河北省农业领域众多专家及农业专家系统二次开发人员的精心筛选提炼而成的。该书汇集了芦笋、西芹、番茄、黄瓜、甘蓝、滑子菇等9个蔬菜专家系统设计方案和知识规则，可供农业科技人员、知识工程师和计算机农业专家系统开发者在编订栽培规程及实用农业专家系统二次开发时使用，也可作为农学、信息工程专业教师和学生的参考用书。

前 言

农业专家系统是信息技术与农业技术相结合的典范，它运用人工智能技术，总结和汇集农业领域的知识和技术、农业专家长期积累的大量宝贵经验以及通过试验获得的多种资料数据，运用数学模型等建造各种农业“电脑专家”计算机软件系统，是基于农业专家知识和模仿农业专家进行推理决策的计算机等程序系统，是多项农业技术、知识与信息技术的更高集成。它具有针对性很强的决策咨询能力，可以不受时间、空间的限制和人类情感的影响，全天候地为农民服务，是实现农业技术推广方式由传统农业向现代农业转变的重要途径。

本书是在河北省农业技术推广总站在组织实施国家“十一五”科技支撑计划“现代农村信息化关键技术研究”课题期间，经过河北省农业领域众多专家及农业专家系统二次开发人员的精心筛选提炼而成的。该书汇集了芦笋、西芹、番茄、黄瓜、甘蓝、滑子菇等蔬菜专家系统设计方案和知识规则。可供农业科技人员、知识工程师和计算机专家系统开发者在编定蔬菜栽培技术规程及农业专家系统二次开发时使用，也可作为农学、信息工程专业教师和学生的参考用书。

本书编写过程中，参阅和采用了一些资料，在此对这些资料的作者表示诚挚的谢意。由于水平所限，书中疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2009 年 3 月

目 录

冀南无公害芦笋专家系统

设计方案	(1)
一、背景与思路	(1)
二、决策目标集	(1)
三、知识规则集设计方案	(2)
知识规则集	(11)
一、播前决策	(11)
二、播种与育苗决策	(18)
三、苗期管理决策	(21)
四、定植期决策	(25)
五、定植后管理决策	(28)
六、采收期管理决策	(30)
七、采收后管理决策	(34)
八、病虫害决策	(36)
九、芦笋的加工、销售决策	(43)

冀南无公害西芹专家系统

设计方案	(45)
一、背景与思路	(45)
二、决策目标集	(45)
三、知识规则集设计方案	(46)
知识规则集	(63)
一、建棚决策	(63)
二、无公害化肥农药决策	(66)
三、播前决策	(67)
四、育苗期决策	(75)
五、定植时期决策	(79)
六、定植后决策	(85)
七、生理缺素，生理病害决策	(89)
八、病虫害决策	(92)

九、采收、贮藏与加工决策	(98)
--------------------	------

无公害长货架硬果番茄专家系统

设计方案	(104)
一、背景与思路	(104)
二、决策目标集	(104)
知识规则集	(115)
一、建棚决策	(115)
二、无公害化肥农药决策	(117)
三、无公害长货架硬果番茄播前决策	(119)
四、育苗决策	(127)
五、定植时期决策	(133)
六、定植后管理决策	(139)
七、无公害长货架硬果番茄生理缺素决策	(144)
八、无公害长货架硬果番茄病虫害决策	(147)

冀北无公害黄瓜专家系统

设计方案	(155)
一、背景与思路	(155)
二、决策目标集	(155)
三、知识规则集设计方案	(156)
四、苗期决策	(157)
知识规则集	(164)
一、黄瓜育苗及定植管理决策	(164)
二、播前决策	(169)
三、嫁接管理决策	(181)
四、定植后管理决策	(182)
五、初瓜期管理决策	(185)
六、盛瓜期管理决策	(188)
七、后期管理决策	(192)
八、病虫害识别与防治决策	(194)
九、无公害农药化肥使用及环境检测决策	(201)

冀东无公害甘蓝专家系统

设计方案	(210)
一、背景与思路	(210)
二、决策目标集	(210)
三、知识规则集设计方案	(211)
知识规则集	(214)
一、甘蓝育苗棚室构建决策	(214)

二、播前决策	(220)
三、苗期决策	(226)
四、定植期决策	(230)
五、定植后管理决策	(231)
六、收获期管理决策	(232)
七、无公害化肥农药决策	(232)
八、无公害环境检测决策	(234)
九、病害防治决策	(241)
十、灾害天气管理决策	(242)

无公害滑子菇专家系统

设计方案	(245)
一、背景与思路	(245)
二、决策目标集	(245)
三、知识规则集设计方案	(246)
知识规则集	(263)
一、滑子菇栽培前决策规则模块	(263)
二、滑子菇栽培设施决策规则模块	(269)
三、滑子菇制盘决策规则模块	(273)
四、滑子菇发菌期决策规则模块	(279)
五、滑子菇出菇期决策规则模块	(285)
六、滑子菇产品加工决策规则模块	(291)
七、滑子菇病虫害识别与防治决策规则模块	(294)

无公害香菇专家系统

设计方案	(299)
一、背景与思路	(299)
二、决策目标集	(299)
三、知识规则集设计方案	(300)
知识规则集	(312)
一、香菇栽培前决策规则模块	(312)
二、香菇栽培设施决策规则模块	(316)
三、香菇制袋决策规则模块	(319)
四、香菇发菌期决策规则模块	(324)
五、香菇出菇期决策规则模块	(327)
六、香菇采收、转潮决策规则模块	(332)
七、香菇产品加工决策规则模块	(333)
八、香菇病虫害识别与防治决策规则模块	(334)

冀南芦笋专家系统

设计方案

一、背景与思路

芦笋是多年生宿根草本植物，以嫩茎为食用器官，含有人体必需的氨基酸、矿物质，具有较高的药用价值，是一种公认的保健蔬菜。

目前，芦笋产业已成为河北省农业特色产业之一，近年来得到快速发展。但由于种植年限短，生产技术不规范，目前，芦笋生产上还存在一些问题：一是品种布局不合理，新优芦笋品种种植比例小；二是病虫害预防不到位，特别是芦笋茎枯病的发生，制约芦笋产业的发展；三是生产管理不规范，高标准高规格的芦笋产品较少。为加快发展优质芦笋生产，实现芦笋生产过程管理及质量控制的标准化，提高农民种植效益，促进芦笋生产向优质、高产、高效方向发展，开发无公害芦笋专家系统，重点解决品种布局、平衡施肥、合理密植、病虫害综合防治等生产中存在的问题。

二、决策目标集

本系统是按照芦笋生产中的具体问题，依据用户田块的实际情况，通过专家经验提供咨询结果。用户提出的生产问题作为决策目标。

按芦笋生产的时期划分为七个模块，把芦笋的病虫害识别与防治、芦笋的贮藏与保鲜分别作为单独模块。每一个模块中再细划出若干决策项目。

1. **播前决策** 主要包括主攻目标、品种决策、种子处理、育苗地选择、整地。
2. **播种与育苗决策** 主要包括主攻目标、育苗地面积决策、苗床施肥量决策、播期决策、播量决策。
3. **苗期管理决策** 主要包括主攻目标、控制温湿度、氮肥决策、灌溉排涝、中耕除草、地下害虫防治。
4. **定植期管理决策** 主要包括主攻目标、定植田选择、定植田整理、定植时期决策、密度决策、底肥决策。
5. **定植后管理决策** 主要包括主攻目标、查苗补苗、覆土与中耕、施肥。
6. **采收期管理决策** 主要包括主攻目标、采收季节、采笋方式、采笋前的准备、采笋时间、采笋工具、采笋方法、采收持续期、采收期间的田间管理。
7. **采收后管理决策** 主要包括主攻目标、施肥、灌溉与排水、中耕除草。
8. **病虫害识别与综合防治** 主要包括病害症状、发病规律和防治措施。
9. **芦笋的贮藏与加工决策** 贮藏方法包括冷藏法、CA 气调贮藏法、MA 气调贮藏法；加工方法包括速冻芦笋、芦笋罐头。
10. **芦笋的运销决策** 包括运输决策、销售决策。

三、知识规则集设计方案

(一) 播前决策

主攻目标：通过采取选用良种、适宜地块等技术，给芦笋培育壮苗打下良好基础。

1. 品种决策 依据当地生产目标和芦笋的优质品种特性确定主栽品种。

如果生产目标是生产绿芦笋：主栽品种为具备色泽深绿、笋尖不易散头的冠军、阿波罗等。

如果生产目标是生产白芦笋：主栽品种为具备嫩茎色泽洁白的鲁芦笋1号等。

如果生产目标是生产紫芦笋：主栽品种为嫩茎紫罗兰色的紫色激情、太平洋紫芦笋等。

如果不知道什么品种，按用户对品种要求，输入条件，从品种信息表（表1-1）选择，推荐给用户。

表1-1 芦笋品种特征特性表

特性 芦笋名称	嫩茎质地	抗 性	产量（千克/亩）	种 类
玛丽华盛顿 500W	较细	弱	300 ~ 600	白芦笋
特来蜜	细腻	强	1000 ~ 1500	绿芦笋
加州大学 157	稍细	中等	300 ~ 600	绿芦笋
杰西奈特	细腻	较强	800 ~ 1300	绿芦笋
紫色激情	细嫩	抗病不抗虫	750 ~ 1200	紫芦笋
安德丽亚	细嫩	强	1500 ~ 2000	绿芦笋
格兰蒂	细嫩	较强	1200 ~ 1500	绿芦笋
太平洋紫芦笋	细嫩	强	1200 ~ 1500	紫芦笋
翠格勒	细嫩	较抗	1000 ~ 1300	绿芦笋
台南选3号	细嫩	较抗	800 ~ 1500	绿芦笋
鲁芦笋1号	细嫩	较抗	300 ~ 700	白芦笋
冠军	细嫩	较抗	1300	白绿兼用
阿波罗	细嫩	耐病	1200 ~ 1500	绿芦笋

决策规则：用户先输入计划品种，如果事实库中的条件满足该品种，则输出“计划品种合适（***）”。

2. 种子处理 播前选种、晒种、多菌灵或福美双拌种、浸种催芽。

3. 育苗地选择 选择土质疏松、土壤肥沃、透气性好、土层深厚的壤土或沙壤土，地势平坦、地下水位低、排灌条件好、水源充足、土壤 pH 5.8 ~ 6.7 的微酸性或中性土壤。

4. 整地 通过多次耕耙（深度以 35 ~ 40 厘米为宜），使土壤达到适宜种植条件。

(二) 播种与育苗决策

主攻目标：科学计算苗床面积，施足苗床肥，选择适宜播期、播量，给芦笋培育壮苗打下良好基础。

1. 育苗地面积决策 与大田计划种植面积、芦笋种类有关：

如果是白芦笋，育苗地面积 $20 \sim 30\text{m}^2$ 。

如果是绿芦笋或紫芦笋，育苗地面积 $30 \sim 40\text{m}^2$ 。

2. 苗床施肥量决策 苗床施肥量与土壤类型有关：

如果土壤类型为壤土，则苗床亩施有机肥 3000 千克，复合肥 20 千克，深翻入土。

如果土壤类型为沙壤土，则苗床亩施有机肥 5000 千克，复合肥 20 千克，深翻入土。

3. 播期决策 适宜播期决策主要与育苗方式、地温等有关：

如地温低于 15°C ，用小拱棚育苗，播后立即造棚盖膜；如用阳畦或露地育苗，由于地温低，不利于出苗，应适当晚播。

4. 播量决策 播量与行距、株距、种子千粒重、种子发芽率有关：

亩播量 = $(666.7 / \text{行距} \times \text{株距}) \times 10 \times \text{种子千粒重} / (\text{种子发芽率} \times 0.8)$

(三) 苗期管理决策

主攻目标：满足种子萌芽及幼苗生长对温度、光照、营养、水分条件的要求，达到培育壮苗的目的。

1. 控制温湿度 如果用阳畦育苗，播完种子后，及时加盖覆盖物，四周用泥土封严，提高温度，保持湿度，畦内温度白天保持在 $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，夜间 $15 \sim 18^{\circ}\text{C}$ ；出苗时逐渐揭去覆盖物，进行通风，幼苗生长期间温度，白天控制在 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，夜间 $15 \sim 18^{\circ}\text{C}$ ，苗高 15 厘米时可全天通风，气温稳定在 17°C 时，逐渐将薄膜揭去。

如果是拱棚育苗，播完种子后，及时加盖覆盖物，四周用泥土封严，提高温度，出苗时逐渐揭去覆盖物，逐渐进行通风，幼苗生长期间温度，白天控制在 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，夜间 $15 \sim 18^{\circ}\text{C}$ ，苗齐后，棚内温度超过 32°C 时，中午揭开拱棚两头通风，并逐渐揭去薄膜。

2. 氮肥决策 追肥量与芦笋苗情、土壤类型有关。

壤土：苗高 10 厘米左右，亩追施尿素 2.5 千克，对水 400 千克，以后每隔 15 ~ 20 天追肥一次；第二条地上茎抽出及肉质根陆续产生时，追施尿素 5 千克，对水 500 千克。

沙壤土：苗高 10 厘米左右，亩追施尿素 3 千克，对水 400 千克，以后每隔 15 ~ 20 天追肥一次。第二条地上茎抽出及肉质根陆续产生时，用尿素 7.5 千克，对水 500 千克。

3. 灌溉排涝 灌溉与土壤田间持水量、土壤类型、幼苗生长特征有关，当幼苗生长缓慢、茎叶蔫黄、生长停滞时应及时灌水。

排水与田间积水有关：夏季雨水多、田间积水时应排水，做到雨停田干。

4. 中耕除草 浇水和雨后要及时锄划松土，去除杂草。

5. 地下害虫防治 种子发芽期：注意防治地下害虫，每亩用 3% 的辛硫磷颗粒剂 1.5 千克拌细沙 4 ~ 5 千克，撒施在定植沟内。

幼苗生长期：注意防治地下害虫和蚜虫，可用 90% 的敌百虫 800 ~ 1000 倍液顺垄喷进行防治；用 50% 的辟蚜雾可湿性粉剂 2000 ~ 3000 倍液喷雾防治。

苗高 15 厘米时：注意防治地下害虫和蚜虫，可用 90% 的敌百虫 800 ~ 1000 倍液顺垄喷进行防治；用 50% 的辟蚜雾可湿性粉剂 2000 ~ 3000 倍液喷雾防治。

(四) 定植期管理决策

主攻目标：慎选定植园，精细整理，适时移栽，合理密植，为芦笋的高产优质打好基础。

1. 定植园选择 选择透气性好、排水通畅、土层深厚、富含有机质、pH 在 5.8 ~ 7.8 的壤土和沙壤土，并且地下水位低、光照条件好、前茬作物不是果园或林地的地块。

2. 定植田整理 深翻整地：耕深 30 厘米以上，耕翻后耙碎整平，拾净杂草和异物，达到土松、地净、面平。

3. 定植时期 定植时期与苗情、耕作制度有关：

春定植：4 月上中旬选择地上茎 3~5 条，株高 25~40 厘米以上，地下贮藏根 5~8 条的笋苗进行定植。

夏定植：7 月中旬选择地上茎 5 条以上，株高 30 厘米以上，地下贮藏根 7 条以上笋苗进行定植。

4. 密度决策 密度与芦笋种类有关（表 1-2）。

表 1-2 不同种类芦笋密度表

芦笋种类	密度（株/亩）
白芦笋	1200
绿芦笋	1500~2200
紫芦笋	1500~2200

5. 定植方法 在整好的定植沟中间，画一条直线，然后将带土块的幼苗，按芦笋幼苗地上茎萌生的生长发展方向进行定向定植。定植时沿直线株距 25~30 厘米，随挖穴随栽植。栽后覆土 4~5 厘米并按实，然后浇水。逐渐取土将定植沟填平，使栽苗的深度保持在 12 厘米左右。

6. 底肥决策 底肥决策与土壤类型、土壤特性有关：

壤土：中性土壤亩施有机肥量为 1000 千克，氮磷钾复合肥 100 千克，过磷酸钙 100 千克；酸性土壤亩施有机肥量为 1000 千克，氮磷钾复合肥 100 千克，过磷酸钙 100 千克，消石灰 100 千克。

沙壤土：中性土壤亩施有机肥量为 1500 千克，氮磷钾复合肥 100 千克，过磷酸钙 100 千克；酸性土壤亩施有机肥量为 1500 千克，氮磷钾复合肥 100 千克，过磷酸钙 100 千克，消石灰 150 千克。

（五）定植后的管理决策

主攻目标：通过采取查苗补苗、肥水管理、中耕除草、防治病虫害等措施，保证定植后的幼苗齐、全、壮和促使早发、快长，为提早获得产量和以后的丰产奠定基础。

1. 查苗补苗 定植后 1 个月内要进行查苗补苗，补栽的幼苗注意定向栽植。

2. 覆土与中耕 定植时用长 50 厘米、宽 3 厘米的厚竹片，分别在 15 厘米、30 厘米、40 厘米处刻上标记，垂直插入土中，按标记进行覆土，中耕覆土多次，每次覆土 2~3 厘米，至填平种植沟，使地下茎处于畦面下 15 厘米。

除草：对株边和幼苗间杂草用手拔除，行株间杂草结合中耕铲除。

3. 施肥 定植 1 个月，结合浇水，亩施尿素 5 千克；定植 1 个月以后，结合浇水，每月追施一次复合肥，每次每亩递增 1 千克。

（六）采收期管理决策

主攻目标：根据芦笋种类，选用不同的采笋方式、方法、采收季节，做好采笋前、采笋期间的田间管理，确保芦笋产量和质量。

1. 芦笋产量预测 芦笋产量与笋龄、亩株数、株茎数、单株茎重有关：

采笋第一年芦笋产量 = 亩株数 × 株茎数 × 单株茎重

采笋第二年芦笋产量 = 1.3 亩株数 × 株茎数 × 单株茎重

采笋第三年及以后芦笋产量 = 1.6 亩株数 × 株茎数 × 单株茎重

2. 采笋方式 分留母茎与不留母茎，与芦笋种类有关：

采收白芦笋，用不留母茎的方式；采收绿芦笋采用留母茎和不留母茎的两种方式。

3. 采收季节 一年两季采笋，春天采收，夏季留母茎采收绿笋。

4. 采笋前的准备 清园：清除芦笋地内残、落叶，拔除越冬母茎，清园在早春解冻后进行。

松土与消毒：清园后及时松土，耙平，对笋田病害较重的地块进行土壤消毒，方法是顺芦笋垄行地面喷洒 40% 的复方多菌灵 300 ~ 400 倍液。

施肥：根据全年施肥量决策。

采笋前追肥 = 全年总施肥量 × 30%。

5. 采笋时间 上午、下午各采收一次。

6. 采笋工具 有采笋铲刀、盛笋工具和回填铲。

7. 采笋方法 白芦笋采笋方法是沿垄面在有裂纹或土堆隆起的垄面一侧用手扒开土层，扒面不要过宽，扒至笋尖露出 5 ~ 7 厘米时，左手捏住嫩茎上端，右手持采笋铲刀，根据所采嫩茎长度要求，插入土中迅速将嫩茎切断采出，放入盛笋容器内；绿芦笋和紫芦笋采笋方法是将达到一定长度的嫩茎贴地面割下，立即放入采笋箱。

8. 采收持续期 与笋龄有关：

幼龄芦笋，采笋持续期 40 天左右；成龄笋，采笋持续期 80 ~ 90 天。

9. 采收期间的田间管理 浇水与排涝：根据土壤墒情决策浇水量和排涝。

清除杂草：采笋期间，及时清除杂草。

（七）采收后管理决策

主攻目标：通过采用追肥、浇水、中耕除草、整枝搭架等措施，使嫩茎形成植株并生长茂盛，促进来年新嫩茎的生长发育。

1. 施肥决策 施肥量根据追肥时间决定：

春季采笋结束前 15 天追肥，施肥方法与施用量：距根部 20 厘米外开沟亩施入氯化钾 10 千克，尿素 20 千克。

8 月底 9 月初追肥，施肥方法与施用量：亩施入氯化钾 15 千克，尿素 30 千克。

越冬前追肥，施肥方法与施用量：开沟亩施入 1000 千克有机肥。

2. 灌溉与排水 浇水与土壤类型、土壤含水量、芦笋的生育时期有关：

土壤含水量低于 14%，在嫩茎长出地面后结合施肥浇好放垄水；8 月初追施秋发肥时及时浇好秋季旺发水；12 月土壤冻结前，灌越冬水。如田间积水应排水。

3. 中耕除草 结合中耕清除杂草，也可应用化学除草剂进行化学除草，用 25% 的除草醚可湿性粉剂每亩 450 克，于杂草出苗前喷洒笋园进行土壤处理；也可用 48% 的百草敌水剂每亩 40 毫升在杂草 5 ~ 7 叶时喷洒进行茎叶处理。如果没有杂草也应进行中耕。

（八）芦笋主要病害及防治

1. 嫩茎老化 嫩茎老化的主要原因有：进入衰老期的芦笋和衰弱的植株嫩茎容易老化。在高温、干旱、肥源缺乏以及养分供给不足的情况下，嫩茎容易老化。培土过厚、采收不及时芦笋嫩茎在土下抽发时间过长，造成硬条老化。早期采收的嫩茎柔软，以后逐渐变得坚硬，收获末期的嫩茎就更硬。还有嫩茎贮藏不当、运输过程中见光、失水等人为原因也会导致嫩茎老化。

预防措施：按标准适度培土，防止培土过厚。加强培育管理，防止病虫害危害，促进植株生长

健壮，积累较多的同化养分。在采收季节里，抓紧时间按时采收。采收期间适量增施氮肥，确保水分供应，高温时灌水降温。在采收、分级和收购等一系列作业过程中应尽量避免光、保温和保鲜。快速运输和加工，及时贮藏和销售。

2. 嫩茎空心 造成嫩茎空心的原因有：冬季清园退土之后，由于低温和缺水的影响，幼小的鳞芽中已形成空心，采笋前期，温度由低到高，逐渐递增，而空心的嫩茎前期多而后期少，与前期低温有关。成龄笋嫩茎粗壮，出土时间较早，形成空心笋相对增多。采收期间偏施氮肥，缺乏磷、钾肥，细胞生长膨大过快。嫩茎缺硼也容易形成空心。

预防措施：为减少嫩茎空心，首先要选择产量高、品质好、空心率低的芦笋品种。冬季清园后培土约10厘米，使土壤增加温度，缩小早晚温差，使地下鳞芽免受冻害，同时保持土壤水分，有利于笋芽安全越冬，从而降低采笋前期的空心率。早春在地温较低的情况下，进行地膜覆盖，以提高地温，减少空心率。另外，应尽量保持土壤的湿度，增施有机肥，促进茎秆粗壮，加快输导组织的形成和养分转移，减少空心率。在采笋期间尽量避免施用过多的氮肥等。

3. 嫩茎变色 白芦笋变色的主要原因是高温干旱、土壤沙性过大、培土晚且不规则，或采用的是易变色的品种。采收后期湿度较高，地温过高则笋条变色、散头或老化；土壤干旱时，适时浇水的不变色或变色轻，久旱不雨而不浇水的可成青紫色；土壤沙性过大或培土不实，坷垃多、透光、透气，笋尖易见光变色。春季培土过晚，则嫩茎易抽出地面见光变色。

预防措施：采收期间温度过高，要浇水降温；遇旱及时浇水，使土壤保持湿润；要避免在沙性过大的土壤上种植芦笋；春季培土要及时，并将土拍细，垄要拍实；采笋后，采笋穴要填满、拍平、以免漏光。

4. 嫩茎炸裂 造成嫩茎炸裂的主要原因：一是水分供应不均衡；二是采收期嫩茎抽发过程中突遇高温，使内外膨胀速度不一致而造成裂笋；三是采笋期间氮肥用量过多，土壤中缺乏磷、钾元素。

预防措施：采笋期间水分供应要均匀，使土壤保持适宜的湿度，不宜过干过湿；高温到来之前，要及时灌水降温；氮、磷、钾肥搭配要合理，不要偏施氮肥，出现严重炸裂时要多施有机肥等。

5. 嫩茎畸形 畸形笋产生的主要原因是采收期间氮肥施用过多，土壤黏度过大，杂质过多，嫩茎伸长受挤压而改变形态，或温度过高，嫩茎各局部之间生长速度不一致所造成的。

预防措施：一是合理施肥，氮、磷、钾不可偏重；二是选地时不要选黏度过大的土壤，培土时土壤含水量要适中，不要过干过湿；三是遇高温要浇水降温。

6. 嫩茎弯曲 形成弯曲笋的主要原因是抽芽太多，嫩茎抽发碰到坷垃、石块不能直立生长而向一边弯曲；嫩茎受到虫咬或机械损伤时，养分输送受阻，也会发生弯曲；土壤黏结，培土过厚，采笋后采笋穴中回填土过松或过紧，与垄土的松紧度不一致，嫩茎会向土松的方向生长，造成弯曲。

预防措施：选择土质疏松、沙性较强的土壤种植芦笋，并精耕细作；进行中耕除草、培土，采收时一定要挑出石块、硬物，将土打碎拍细；要注意防治害虫，采笋时不要损伤周边的嫩茎；采笋后，要填实采笋留下的孔穴，不可留空洞；回填土松紧度要适宜，与垄土其他部分的松紧度相一致。

7. 嫩茎鳞片松散 造成嫩茎鳞片松散的现象与芦笋品种不纯有一定关系。另外，高温干旱土壤干燥缺水、缺肥养分不足以及植株衰弱等，均易使笋头顶端鳞片松散。

防治措施：选用良种，进行合理水肥管理和科学配方施肥，培养健壮的植株，使芦笋嫩茎生长发育正常。

8. 嫩茎锈斑 嫩茎表面带有锈斑，主要是受镰刀菌感染所致。春季清园不彻底，枯茎留在土壤中腐烂，嫩茎表面易有锈斑；春季培土时，施用未经腐熟的土杂肥，嫩茎易出锈斑；采笋期

间土壤湿度过大或笋田排水不良时，容易产生锈斑；采笋时留茬过长，残茬腐烂时污染嫩茎产生锈斑。

预防措施：春季要彻底清园，拔除残茬，防止幼茎污染；春季培垄时最好少施土杂肥，施用的土杂肥一定要经过腐熟，且远离根盘 25 ~ 30 厘米开沟追施，不宜撒施；彻底清除杂草，培土时清除夹杂物；采笋时留茬不宜过长，一般 1 厘米左右；采笋期间浇水不宜过多，以免土壤湿度过大。雨后要及时排水。

9. 嫩茎苦味重 若苦味过重则主要是由高温、干旱、氮肥偏多、磷钾肥量少、田间积水、病虫害危害以及土壤黏重板结、偏酸或偏碱等原因造成的。

预防措施：增施有机肥和草木灰，氮、磷、钾三要素合理搭配施用；对偏酸或偏碱土壤及时用石灰或石膏进行改良。采收期间，遇高温时要浇水降温；干旱要及时浇水，开好排水沟，及时排除田间积水，及时防治病虫害危害；培育健壮植株，积累较多同化养分，提高嫩茎中的糖分含量，以减轻苦涩味。

10. 茎枯病

(1) 症状：该病主要在茎枝上发生。发病初期呈水渍状，病斑呈梭形或短线形，周围呈现水肿状。随后病斑逐渐扩大，形成纺锤形，中心部稍凹陷，呈赤褐色，斑中央最后变成灰白色，其上着生许多小黑点，即病菌的分生孢子器。病斑能深入髓部，待绕茎一周时，感病部位易折断，失水枯死。

(2) 发病规律：气温较高、湿度较大，最易发生和蔓延，因此降雨的次数及多少，与茎枯病的轻重有直接关系。传播一是种子带菌；二是老笋区的病菌随风或雨水传播而来。7 ~ 9 月为芦笋发病盛期，在此期间侵染周期平均 10 ~ 12 天。

(3) 防治措施：

① 选用抗病品种。芦笋品种间对茎枯病的抗性差异较大，因此种植芦笋时要注意选用抗性较强的品种。

② 选择适宜的定植田。要选择地势平坦、土质肥沃、排灌方便和通气性好的地块种植芦笋。切忌在土质黏、低洼、积水及邻近池塘的地方栽培芦笋。

③ 彻底清园。为了减轻病源，冬季或早春清园时一定要彻底、干净，将病枝、落叶和残茬彻底清除出笋田，并集中烧掉。清园结束后再用 500 倍 45% 的多菌灵药液进行土壤消毒。

④ 合理施肥。要重视施有机肥，并追施适量钾、磷肥，控制氮肥施用量，促使植株健壮生长，提高抗病能力。

⑤ 搞好大田管理，减少发病因素。雨季要注意排涝，防止田间积水。要适时中耕除草，并及时清除病茎，疏枝打顶，定植后第二年切忌套种其他作物。

⑥ 合理调整采收期。留母茎采收时，多余的或病劣嫩茎应及时拔除。

⑦ 药剂防治。嫩茎抽发后要及时喷药，才能收到良好效果。喷药一定要均匀，以喷洒嫩茎、茎枝为主，切不可只喷枝叶。发病初期 7 ~ 10 天喷一次，发病高峰期 5 ~ 7 天喷一遍，可选用 50% 的多菌灵 500 ~ 600 倍液，用于土壤消毒和发病期间喷洒；农抗“120”200 倍液喷雾；40% 的茎枯灵乳油 800 ~ 1000 倍液喷雾；25% 的壮笋灵可湿性粉剂 500 ~ 800 倍液喷雾。

11. 褐斑病

(1) 症状：该病主要危害芦笋的茎、枝和拟叶，但以小枝和拟叶为主。病斑初为褐色小斑点，后逐渐扩大成椭圆形或卵圆形，随着病斑的扩大，病斑中央由褐色变成灰白色，边缘紫红色，斑中央密布小黑点（分生孢子座），潮湿时散出白粉状孢子。小枝感病后失水枯死，拟叶得病后导致早期枯黄脱落，病重引起植株提早干枯死亡。

(2) 发病规律：病菌在茎秆病残体上越冬，翌年春季温度升高时随气流传播。此病主要发

生在芦笋的育苗期和定植大田不久的幼龄植株上。高温高湿时，分生孢子繁殖迅速，该病最易发生。采笋田一般在停采后1个月左右即7~9月份为发病高峰期。初期病症多在基部茎枝和根茎处，以后逐渐侵染到茎和枝条的末梢及拟叶。

(3) 防治措施：选择土质疏松、肥沃、排灌方便的地块栽培芦笋；在高温多雨季节，注意及时排水并采取疏枝打顶、清除杂草等措施，以防止田间郁闭，改善通风、透光状况，从而降低大田湿度，减轻褐斑病的发生；及时进行药剂防治。防治褐斑病效果较好的药剂有：75%的百菌清、50%的多菌灵、25%的壮笋灵、40%的茎枯灵等，将上述药剂分别配成500~800倍液进行喷雾，一般10天左右一次，在7~9月发病盛期可7天左右喷一次。

12. 根腐病

(1) 症状：该病主要危害芦笋的根部。病菌侵入根系后，根表面呈赤紫色。地上部植株生长不良，茎秆矮小，茎枝及拟叶变黄，最后导致整株凋萎枯死。

(2) 发病规律：病菌在土壤中繁殖、越冬。通过接触、操作等途径反复侵染。病菌对幼根、老根均能危害。土质黏重、排水不良的地块发病重。连作禾本科作物的地块发病较轻。1~2年生笋田发病较轻，老笋田一般发病偏重；过度采收的笋田，根腐病严重。一般4月下旬开始发病，7~8月份为发病盛期。

(3) 防治措施：选择土质肥沃、疏松、地势平坦、不易积水的地块种植芦笋；前作是桑园、果园、林地、甘薯的地块，不宜种植芦笋。增施有机肥料，改良土壤，促进芦笋根系发育，提高芦笋植株的抗病能力。及时清除病株，将病株挖出并烧掉，在病穴处撒入石灰进行灭菌。

防治根腐病的药剂主要有：50%的多菌灵500~600倍液，70%的甲基托布津500~800倍液，40%的茎枯灵500~800倍液等。

13. 立枯病

(1) 症状：该病主要发生在苗床及幼株上。受病菌侵染后，植株根茎部出现紫红色病斑，幼茎鳞片上有褐色斑点，潮湿时感到病部位有酶状物，发病严重时，造成幼苗或幼株整株枯死。

(2) 发病规律：病菌以卵孢子或菌丝体在土壤中越冬。随灌溉和雨水传播。潮湿阴雨天气发病严重。在育苗时，湿度过大，光线不足，容易发生此病。采收时若损伤植株，病菌易从伤口处侵入，导致发病。

(3) 防治措施：育苗时要加强苗床管理，促进幼苗生长，苗床湿度不宜过大。及时除掉病株，并用多菌灵等对病穴进行土壤消毒。

可用下列药剂进行喷雾防治：50%的代森铵500~800倍液，70%的甲基托布津700~800倍液，50%的多菌灵500~600倍液。

14. 锈病

(1) 症状：该病从嫩茎开始侵染，最初形成锈色小斑点状病斑，此后逐渐蔓延到整个植株，秋冬期间病斑呈暗褐色。发病期间病斑上覆盖一层很小的孢状突起。危害严重时，感病植株变黄枯死。

(2) 发病规律：病菌在枯茎、枝上越冬。雨水较多的年份锈病容易发生，田间郁闭、湿度大时，该病严重。雾露天气较多的地区锈病较重。

(3) 防治措施：选用抗锈病能力较强的品种。锈病较重的地区，春季清园一定要彻底，并将病茎统统烧掉，以降低病菌基数，从而控制锈病的发生。适时疏枝打顶、中耕除草，防止田间郁闭，改善通风、透光状况，从而降低田间湿度，控制锈病的发生。

药剂防治：防治锈病效果较好的有大生-78可湿性粉剂、石硫合剂、代森锰锌、粉锈宁及百菌清等。