

农学专业实践教程

（农学专业用）

主 编 蒋桂英 李鲁华

副主编 (按姓氏笔画为序)

孔广超

刘建国

罗宏海

编写者 (按姓氏笔画为序)

王佩玲 王晓东 张小均 崔辉梅 崔静 樊华

审稿者 (按姓氏笔画为序)

前 言

借助于 2013 年石河子大学本科人才培养方案修订的契机，组织农学系作物栽培教研室、作物育种教研室、耕作教研室和作物生理教研室的骨干教师自编了《农学专业实践教学指南》一书。《农学专业实践教学指南》这本教材计划将原来的农学实践基础课、专业实验课、实习三方面实践环节中的内容，以认知实践——专业实践——综合实践为主线，顺应区域现代农业的发展的需求，作统一调整、充实、提高，使每项内容具体明确，方法灵活，教师便于教，学生便于学。学生基本技能借助认知实践得到训练；专业技能提高通过课程实验、小学期创新训练、教学实习、生产实习等环节实现；综合技能通过综合实践实现。借助循序渐进的全程化实践教学，达到创新型和创业型人才培养目的。

本教材实验、试验项目共 个。主要内容包括作物的播前准备工作、作物的形态特征和类型的识别、群体结构调查、光合能力和物质生产分析、作物生长发育特性的室内鉴定和品质研究、作物耕作质量的调查和农作制度的设计等，还包括作物田间生产情况和栽培技术措施的分析，以及新疆现代化农业发展中取得的阶段性成绩，特别是规范了实践教学各个环节报告标准。力求在实验和试验中尽可能采用一些新的研究方法和手段。鉴于各地具体情况不同，本实验和试验范围拓宽，以供各校根据教学需要选用，其实践内容可酌情增减，教学实践方法可灵活多样。

这本农学专业全程实践教材的编写，是农学系许多教师共同努力的结果，也是多年实践教学经验的总结。在编写中，我们参照了新疆高等农业院校试用教材——《作物栽培学实验指导》（新疆大学出版社，1998）其他一些兄弟院校实践教学的教材。本教材的顺利完成得到了石河子大学教务处的的大力支持，尤其是石河子大学王荣栋教授给予了更多的指导，均表示衷心感谢。

农学系专业教研室合编《农学专业实践教学指南》尚属首次，限于编写经验和水平，疏漏之处在所难免，希各方使用时予以指正，以便进一步修正和完善。

编 者

2015 年元月

目 录

第一部分 认知实践

一、主要作物种子识别、检验和播种量的计算

实验一 小麦种子识别与检验和播种量的计算

实验二 棉花种子识别与检验和播种量的计算

二、主要农作物种子包衣技术

实验三 棉花种子包衣技术

实验四 玉米种子包衣技术

三、主要作物形态特征的田间观察

实验五 小麦、大麦、燕麦和黑麦形态特征观察及大麦亚种的识别

实验六 小麦生育特性的田间观察

实验七 小麦分蘖特性及其分蘖类型观察

实验八 玉米形态特征及类型的识别

实验九 玉米株型分析

实验十 水稻的生物学特征和籼稻和粳稻的识别

实验十一 主要豆类作物的形态观察

实验十二 主要薯类作物的形态观察

实验十三 主要杂粮作物的形态观察

实验十四 棉花的形态观察和四个栽培种的识别

实验十五 甜菜的形态观察

实验十六 加工番茄的形态观察

实验十七 油料作物的形态观察

实验十八 棉花花芽分化的观察

四、天业滴灌技术参观教学

第二部分 专业实践

第一章 课程实验

一、作物栽培学

实验一 作物标本地、试验地参观调查

实验二 作物生长分析

- 实验三 主要作物叶面积的测定
- 实验四 作物冠层结构分析
- 实验五 作物叶片叶绿素荧光参数的测定
- 实验六 作物叶片光合和呼吸速率的测定
- 实验七 小麦测产
- 实验八 小麦不同群体结构、产量性状的调查及生产效能分析
- 实验九 玉米空秆、秃顶、缺粒现象的调查及生产效能分析
- 实验十 棉花蕾期田间诊断
- 实验十一 棉花不同群体结构、产量性状的调查及生产效能分析
- 实验十二 棉花测产
- 实验十三 加工番茄产量性状的调查
- 实验十四 油菜类型的识别和经济性状的分析
- 实验十五 小麦幼穗分化的观察

二、作物育种学

- 实验一 小麦品种生态类型的观察
- 实验二 小麦越冬性鉴定
- 实验三 小麦的室内考种
- 实验四 玉米类型的鉴定及自交系的识别
- 实验五 棉花籽棉性状室内考察
- 实验六 植物雄性不育系与花粉育性鉴定

三、耕作学

- 实验一 种植制度光能利用率的计算和分析
- 实验二 农田作物生产潜力的计算与分析
- 实验三 作物布局优化方案的设计与分析
- 实验四 不同种植制度农田养分平衡计算与分析
- 实验五 不同耕作措施对耕层物理性质影响的测定及分析

第二章 小学期制

- 试验一 逆境处理对种子萌发和幼苗生长的影响
- 试验二 作物根系数量和质量研究
- 试验三 作物群体冠层结构研究
- 试验四 作物群体物质生产研究
- 试验五 灌溉自动控制与智能化管理研究

试验六 农田杂草化学防除效果调查

试验七 小麦品质研究

第三章 教学实习

新疆农垦科学院主要作物品种选育参观教学

小麦杂交育种程序参观教学

棉花开花习性的观察及有性杂交和自交

耕作制度及有关资源的调查与辨识

主要作物病虫害的预测预报

第四章 生产实习

土壤耕作及农田培肥制的设计与分析

主要作物播种质量检查

主要秋收作物机械收获质量检查

土壤耕作质量的检查与分析

第三部分 综合实践

主要作物精准施肥原理和技术

主要作物滴灌技术

主要作物化学调控技术

杂交玉米制种方法及栽培特点

加工番茄穴盘育苗和机械移栽技术

第四部分 主要作物观察记载标准

一、小麦

二、玉米

三、水稻

四、棉花

五、甜菜

六、加工番茄

附 录

- 第一章 实验报告基本内容要求
- 第二章 实验报告格式
- 第三章 如何写好生产实习总结
- 第四章 如何写业务专题调查报告
- 第五章 如何写好生产实习日记
- 第六章 如何写好社会调查报告

第一部分 认知实践

第一章 主要作物种子识别、检验和播种量的计算（育种）

试验一 小麦种子识别与检验和播种量的计算

一、目的：

学习小麦种子质量检验方法，掌握小麦种子播种量计算方法。

二、内容说明：

小麦种子就是小麦颖果，其籽粒形态有卵圆形、椭圆形和圆形。小麦种皮颜色通常有白粒和红粒两大种，种皮颜色是区分小麦品种的重要特征。小麦籽粒腹面有一条腹沟，其深浅是种子饱满度的标志。与腹面对应的是种脊，在种脊的基部约占籽粒总长 $1/4 \sim 1/3$ 处着生着种胚。籽粒顶端有一丛茸毛称冠毛。

小麦种子质量检验主要指标有净度、发芽率、真实性和品种纯度与水分四项。净度是指净种子占种子样品重量百分率。小麦种子样品依其成分差异可区分为净种子、其他植物种子和杂质三种类型。净种子是指所有完整小麦颖果（包括所有小麦近缘种和普通小麦所有品种的颖果）、以及超过原来正常小麦籽粒大小一半以上的破损颖果。其他植物种子是指在小麦种子样品中存在的净种子以外的其他任何植物的净种子单位，其鉴定标准与净种子标准基本相同。杂质是指除净种子和其他植物种子以外的所有种子单位、其他非种子杂质以及构造。小麦种子发芽率是在规定条件下，在发芽试验的第 8 天内发育成的正常幼苗数占供检种子数的百分率。品种真实性和品种纯度主要是鉴定本品种和异品种种子数所占百分率，主要采用籽粒形态法。种子水分是指种子中所含水分占种子样品百分率，其主要影响种子质量，但对播种量影响较小。依据小麦种子质量标准，生产大田用小麦种子纯度和净度均应不低于 99.0%、发芽率应不低于 85.0%、水分应不高于 13.0%。

“以地定产，以产定穗，以穗定苗，以苗定种”，是确定小麦播种量的基本原则。小麦目标产量是根据生态环境条件、土壤水肥条件和管理水平综合决定的。有了目标产量水平，再根据当地或者所选用的品种特征确定单位面积上的成穗数，继而可以根据品种特性和播期来估算出所需要的基本苗数。由于播种所用种子的发芽率和净度都影响播种量，因此要在已知目标保苗数的情况下，在测定所用种子千粒重、发芽率和净度的基础上，再根据实际田间出苗率计算单位面积上所需要的种子量。根据上述实验测定的种子净度、发芽率和千粒重，以及估计的田间出苗率来计算播种量。田间出苗率一般以 80% 来计算，实际中还应根据播种质量、土质、土壤墒情等适当调整，一般以实际播量以稍稍大于理论技术播种量为妥。

播种量还应考虑实际的播种期。例如冬小麦如果在最适宜播种期之前播种，因冬前积

温较多、分蘖多，基本苗宜稀，播量应适当减少；相反播期晚的播量应适当增大；土壤肥力基础较高、水肥充足的麦田，小麦分蘖多、成穗多，基本苗宜稀，播量宜少；地力瘠薄、水肥条件差的麦田，分蘖少，成穗率低，播量宜相应增加。

三、材料与用具：

小麦种子。

电子天平、镊子、分样器、发芽盒、滤纸、发芽箱，干燥箱，样品盒，干燥器，标签等。

四．方法与步骤：

（一）小麦种子质量检验

1. 净度分析：首先检查送验样品中重型混杂物（即重量或体积明显大于小麦籽粒的成分），将重型混杂物区分为重型其他植物种子和重型杂质，并分别称重。将除去重型混杂物的送验样品用分样器出 120g 试样，或取出 2 份半试样（60g）进行筛选分析，分离出净种子、其他植物种子和杂质，分别称重，按下式计算净度：

$$\text{种子净度 (\%)} = \frac{\text{净种子重量 (g)}}{\text{净种子重量 (g)} + \text{其他植物种子重量 (g)} + \text{杂质重量 (g)}} \times 100\%$$

如存在重型混杂物，该净度结果还应该进行换算。

2. 发芽率测定：可选用发芽纸或砂子作为发芽床。用发芽纸做发芽床时，可将数好的种子摆放在发芽纸上或者将种子置于发芽纸上后再在种子上面盖 1-2 层发芽纸。用砂子做发芽床时，所用砂子应选用粒径在 0.05-0.8mm，并经充分清洗和高温消毒后方可使用。对于经包衣处理过种子，可用土壤作为发芽床，选用的土壤土质必须良好不结块、无大的颗粒，不含种子、细菌、真菌、线虫和有毒物质。将发芽床置于消毒处理过的发芽盒中。

从净度分析后的净种子中随机数取 400 粒种子，分成 4 次重复。将数好的种子整齐放在置于发芽盒中的水分含量合适发芽床上。将发芽盒置于恒温 20℃ 的发芽箱中。发芽实验中，须每天打开发芽盒进行换气，检查补充水分。在发芽试验的第 8 天，计数正常发芽幼苗数（具有完整结构的小麦幼苗和有轻微缺陷，但不足以影响幼苗发育成正常植株的幼苗）。

$$\text{发芽率 (\%)} = \frac{\text{正常幼苗数}}{\text{供发芽试验的种}} \times 100\%$$

3. 品种真实性和纯度鉴定：

从净度分析后的净种子中随机数取 400 粒种子，每 100 粒为一次重复。每次重复逐粒根据籽粒大小、粒形、颜色、质地（角质或粉质）、种脊性状（宽或窄，粗糙或光滑）、冠毛（多少与长短）、胚大小以及有无黑胚等进行比较鉴定，将种子样品分为本品种种子和异品种种子。品种真实性和种子纯度鉴定应当由熟悉供检品种特征特性的专业技术人员完成，或者最好要有标准样品作为对照。

$$\text{种子纯度 (\%)} = \frac{\text{本品种种子数目}}{\text{供检样品种子数}} \times 100\%$$

4. 水分测定：小麦种子水分测定一般采用高恒温烘干法。从经过充分混匀的样品中取出 15~20g 样品磨碎，放入预先充分干燥冷却后的样品瓶中。取两个经清洗干燥冷却过的样品盒，分别称重并做好标记。在称过重量的样品盒中加入粉碎样品 4.5~5.0g，称量样品与样品盒的精确重量。将样品盒置于干燥箱中于 130~133℃ 下，干燥 1h 后分别称重，计算含水量。

5. 千粒重测定：用手工或数粒仪从净度分析后的全部净种子中随机数取 1000 种子，分为两个重复，各重复分别称重。两个重复的称重结果之差与平均数之比不应超过 5%。以这两个重复平均重量计算结果。

6. 播种量计算：在确定了目标保苗数，并测定了发芽率、净度和千粒重的基础上，再参考经验田间出苗率，按下式计算播种量：

$$\text{单位面积播种量 (千克)} = \frac{\text{单位面积目标保苗数 (万)} \times \text{千粒重 (克)}}{\text{发芽率 (\%)} \times \text{净度 (\%)} \times \text{田间出苗率 (\%)}} \times 10^{-2}$$

五、作业：

(一) 以小组为单位，每组测定 1 份小麦种子样品的质量。

(二) 以每 666.7m² 保苗 45 万以及田间出苗率 90% 为基础，计算所用小麦种子的播种量。

试验二 棉花种子识别与检验和播种量的计算

一、目的：

学习棉花种子质量检验方法，掌握棉花种子播种量计算方法。

二、内容说明：

棉花种子依据其种皮上短绒的有无可分为毛子和光子，带有短绒的棉子成为毛子，无短绒的称为光子。生产中，田间收获的子棉被轧去纤维后获得即为毛子，毛子经硫酸脱绒后成为光子。生产中一般以光子播种。

正常成熟的棉花光子一般称不规则梨型或卵圆形，但其中也可能含有因发育不充分等原因形成的瘪子、嫩子等异形种子，播种前应将异形籽剔除。反映棉花种子播种质量的指标有净度、发芽率、品种纯度、种子含水率、健籽率以及种子表面残酸含量等。健籽率是指经净度分析后的净种子中除去嫩籽、小籽以及瘦子等成熟度较差的棉籽，留下的健壮种子数占供检种子数的百分率。残酸率是指经硫酸脱绒后种子表面残留的硫酸重量占种子重量的百分率。

大田用棉花良种纯度应不低于 95.0%、净度不低于 97.0%、发芽率不低于 80.0%、水分不高于 12.0%，残酸率不高于 0.15%。

棉花单位面积播种量与单位面积最适株数、种子千粒重、发芽率以及种子净度有关。在实行定量点播的棉田，其播种量就是理论计算的用种量。但是在未实行定量点播或者种子

发芽率较低时靠考虑适当加大播种量、最适株数与品种特性、土壤肥力水平以及当地光热资源等因素有关，一般应根据实验来确定。棉花播种量主要决定于其最佳密度。对于棉花来说，在高水、肥条件下，植株生长繁茂，密度大时遮荫严重，蕾铃、花荚脱落多，容易减产，密度宜小些，而在瘠薄土地上，由于单株生产力低，适当增加密度反而可以提高单位面积产量。

三、材料与用具：

棉花光子若干份。

电子天平，镊子、分样器、发芽盒、滤纸、发芽箱，干燥箱，样品盒，干燥器，标签、硼砂、滴定管等。

0.01m/l 的硼砂溶液，溴甲酚绿-甲基红指示剂。

四、方法与步骤：

1. 棉花种子净度测定：方法同小麦种子净度分析。

2. 种子发芽率测定：从净度分析后的净种子中随机数取 400 粒，每 100 粒作为一次重复。棉花种子发芽试验可用纸间发芽床或砂床，发芽温度可用 25℃ 恒温。在发芽实验的第 4 天计数发芽势，在第 12 天时计数发芽率，即正常幼苗数占供发芽种子总数的百分率。

正常的棉花幼苗应该是具有两片子叶，初生根与次生根生长良好。此外，带有轻微缺陷、但在其它方面均能均衡生长，并与同一试验中的完整幼苗相当的幼苗也包括在正常幼苗中。

3. 棉花健籽率测定：随机数取 200 粒棉籽，分成 2 次重复。逐粒挑拣成熟种子和未成熟种子。凡是种皮呈棕黑色（黑褐色）或深红色的饱满充实棉籽为成熟种子，而种皮呈淡红色、黄色，瘦瘪不饱满的种子为未成熟种子。将这两类棉籽分开，计算健籽率。

$$\text{健籽率 (\%)} = \frac{\text{成熟种数}}{\text{供试种子数}} \times 100\%$$

4. 残酸率测定：称取棉花光籽 5 克左右（50 粒），3 次重复，置于三角瓶内。加入 100 毫升蒸馏水，用力振摇后置入 30℃ 恒温箱内，浸提 1 小时后取出，再摇均匀。加入三滴指示剂，溶液呈红色。然后用 0.01m/l 的硼砂液进行滴定，溶液颜色先由红色变无色，再滴定至微绿色即达等当量点，记下滴定毫升数，计算残酸率：

$$\text{残酸率 (\%)} = \frac{0.098 \times \text{滴定毫升数}}{50 \text{粒种子重 (g)}} \times 100\%$$

5. 千粒重测定：数取两份试样，每份取 100 粒，分别称重，称重时其精确度为 0.1g。当两份试样间的重量差不超过 0.4g 时，将两份试样的平均值乘以 10，即得种子的千粒重。

6. 播种量计算：

理论播种量按以下公式计算：

$$\text{理论播种量 (kg/666.7m}^2\text{)} = \frac{\text{每666.7m}^2\text{最佳株数} \times \text{千粒重 (g)}}{\text{净度 (\%)} \times \text{发芽率 (\%)}} \times 10$$

但是由于实际在播种中考虑到会有部分种子不能出苗，因此实际播量应是理论播量除以实际出苗率。实际出苗率与土壤条件、整地质量、播种质量等因素有关。

五、作业：

1. 以小组为单位，每组检测一份棉花种子的净度、发芽率、健籽率、残酸含量以及千粒重；
2. 根据上述实验测定的千粒重、净度和发芽率，估算计划 666.7m² 保苗数为 1.8 万时的播种量。

试验三 玉米杂交种与自交系识别与检验和播种量计算

一、目的：

学习玉米种子质量检验方法，掌握玉米种子播种量计算方法。

二、内容说明：

当前，玉米生产中大多数品种为杂交种，其中以自交系间单交种为主。玉米种子纯度、净度、发芽率以及水分是种子质量检验分级的依据。单交种种子纯度不低于 96.0%，净度不低于 98.0%，发芽率不低于 85%，实行单粒精量播种的发芽率不低于 95%，种子水分含量不高于 13.0%。不同杂交种或自交系种子在形态上也有一些区别，这些区别是进行玉米杂交种与自交系室内纯度检验主要依据。玉米种子发芽率是指玉米种子在规定条件下 7 天内形成的全部正常幼苗数占供检种子数的百分率。发芽率之衡量玉米种子播种品质和计算播种量的主要依据。

近年来，我国玉米逐渐采用精量播种，单位面积实际播种量不再以所需的种子重量来计量，而是以播种所需的种子粒数来计。同时，不少种子企业销售的玉米种子也已经不再是以重量来包装，而是按种子粒数进行包装销售，例如每 8000 粒为一包装袋。对于按粒包装并实行定量点播技术播种的，单位面积计划留苗密度就是其所需播种的种子粒数。定量播种以高品质的种子质量为前提条件。

三、材料与用具：

玉米杂交种与自交系种子若干份。

放大镜。

四、实验内容：

1. 玉米种子净度分析：基本流程同小麦种子净度分析，但玉米种子中的净种子是指完整的玉米颖果以及超过原来大小一半以上的破损颖果单位。

2. 玉米种子纯度鉴定：随机从种子样品中数取 400 粒种子，每 100 粒为一重复。根据种子形态特征，必要时可借助于放大镜逐粒观察。主要依据种子形状、大小、粒色和籽粒类型来区分。玉米粒色有黄、白、红、紫、蓝、褐几种，其中黄色居多。玉米籽粒类型主要有硬粒、马齿、半硬粒和半马齿型等。在对种子形态特征把握不准时可以标准样品为参照。将本品种与异品种种子分开计数。

种子纯度 (%) = 本品种种子数 / 供检种子数 × 100%

3. 发芽率检验：从净度分析后的净种子中随机数取实验样品 200 粒，以 50 粒为一次重复。玉米种子发芽试验可选用发芽纸间或者砂床为发芽床，一般常用砂床。即用 0.05-0.8mm 直径的砂子经洗涤和消毒后作为发芽床，加入饱和含水量的 60%~80%，将其置于消毒过的发芽盒中。将供试种子整齐排放在发芽床，籽粒间保持一定距离。种子安放完后，再在上面覆盖一层 2~3cm 厚的同样湿润砂子，盖上发芽盒盖子。在发芽盒侧面贴上标签，标记清楚发芽试验时间、样品名称、重复次数等信息。

将发芽盒放入温度控制在 20~30℃ 的发芽箱内。发芽试验期间，每天需检查箱内温度、水分。待发芽试验进行至第 7 天时，计数正常发芽种子数。正常发芽种子是指生长良好、完全、匀称和健康的幼苗，具有发育良好的根系、具有发育良好芽鞘的幼苗，以及带有轻微缺陷但足以长成健康植株的幼苗。

当 4 次重复发芽率在最大容许差距以内时，则以其平均数来表示发芽率。最大容许差距见下表：

表 1-1 同意发芽试验 4 次重复见最大容许差距（2.5%显著水平的两尾测定）

平均发芽率		最大容许差距
50%以上	50%以下	
99	2	5
98	3	6
97	4	7
96	5	8
95	6	9
93~94	7~8	10
91~92	9~10	11
89~90	11~12	12
87~88	13~14	13
84~86	15~17	14
81~83	18~20	15
78~80	21~23	16
73~77	24~28	17
67~72	29~34	18
56~66	35~45	19
51~55	46~50	20

注：精量点播要求玉米种子发芽率在 95%以上。

4. 玉米播种量计算：

采用单粒点播方式播种的，其单位面积上播种粒数即为计划保苗株数，即

单位面积播种量（粒）=计划保苗株数（株）/发芽率（%）

五、作业：

1. 以小组为单位，每组检验一份玉米种子的净度、发芽率、纯度以及千粒重；
2. 根据上述实验测定的千粒重、净度和发芽率，估算计划 666.7m² 计划保苗数 8000 株时的播种量。

第二章 主要农作物种子包衣技术（育种）

一、目的：

了解种子包衣处理技术, 掌握小麦、玉米、棉花种子包衣技术要求。

二. 内容说明：

种子包衣就是指在作物种子上包裹一层能迅速固化的膜，该膜与其中含有的其它成份叫做种衣剂。种衣剂是将成膜剂与杀菌剂、杀虫剂、微量肥料以及植物生长调节剂、警戒色与填充剂等加工成种子处理药剂。种子包衣可以提高作物抗逆性、抗病虫性，还可以加速种子发芽，促进成苗，增加产量。

包衣之前的棉花种子纯度、净度、水分及棉种健籽率质量指标执行 GB 4404~4409 规定。包衣好的小麦种子发芽率应 $\geq 83\%$ ，其包衣合格率应 $\geq 93\%$ ，种衣牢固度应 $\geq 99.81\%$ 。被包衣的玉米种子纯度应 $\geq 90\%$ ，含水量 $\leq 12\%$ ，发芽率 $\geq 90\%$ ，包衣好的玉米种子发芽率应 $\geq 85\%$ ，包衣合格率应 $\geq 93\%$ ，种衣牢固度应 $\geq 99.65\%$ 。待包衣的棉花种子必须是经过脱绒和精选的光籽，其残绒量不得大于 0.2%，表面残酸量不得大于 0.15%。种子包衣后的棉花种子发芽率应 $\geq 72\%$ 、包衣合格率应 $\geq 90\%$ 、种衣牢固度应 $\geq 99.65\%$ 。

种衣剂选择应当当地作物主要病虫害特点，选择相应种衣剂。种衣剂中农药有效成分含量和包衣种子药种比，应符合产品标志中的规定。

种子包衣的方式主要有两种，一种是机械包衣，另一种是人工包衣。采用机械包衣时需借种子包衣机，通过机械的作用将种衣剂均匀第包裹在种子表面。机械包衣具有包衣均匀、工作效率高、计量准确和安全性好的特点。人工包衣的方法很多，有大锅搅拌法、水泥场地混拌法和塑料袋包衣法等。

包衣种子扦样时间须在包衣后 15d 后进行。样品的配制中，原始样品和平均样品的分取不得使用分样器。品种纯度检验时需将包衣种子放入细孔筛后浸在水里，将种子表面膜衣洗净，放在吸水纸上，置入恒温箱内干燥（干燥温度 30℃）后，再按非包衣种子进行品种纯度检验。

三、材料与用具：

未包衣的小麦、玉米以及棉花种子。

小麦、玉米以及棉花种衣剂，种子包衣机。

四、方法与步骤：

1. 包衣机调试，生产之前先要根据设备要求，调试生产率、供液、单斗种子量、药勺供液量以及药种比调试。

2. 包衣处理：调试完成后，可按其操作要求，开启空气压缩机电机，使空气压缩机气压达到 0.7 兆帕以上。开启供液筒电机，使回液管中见到回流的种衣剂。开启滚筒电机，使滚筒工作运转。开启提升机电机，开始工作。工作结束后，应按与开机顺序的相反顺序关机。

3. 包衣种子包衣质量检验：

净度检验时也需按品种纯度检验中的方法，除去膜衣后，再按常规方法进行净度检验。

发芽试验时，包衣种子粒和粒之间至少保持与包衣种子同样大小的两倍距离，检验时间延长 48h。

包衣合格率检验：从平均样品中随机取试样 3 份，每份 200 粒。用放大镜目测观察每粒种子，凡表面膜衣覆盖面积不小于 80%者为合格包衣种子，数出合格包衣种子粒数，按下式计算包衣合格率 H，

$$H = \text{包衣合格种子数} / 200$$

种衣牢固度检验：从平均样品中取试样 3 份，每份 20~30g，分别放在清洁、干燥的 125mL 具塞广口瓶中，置于振荡器上，在 400r/min、40mm 下振荡 1h，然后分离出包衣种子称重。

$$\text{种衣牢固度 } L_g(\%) = \text{振荡后包衣种子重量} / \text{样品重量}$$

检验结果中有一项不合格者，即判定为不合格包衣种子。

五、作业：

1. 以小组为单位，每组利用包衣机完成一份小麦、玉米及棉花种子包衣；
2. 以小组为单位，以已经包衣处理过的包衣小麦、玉米及棉花种子为对象，对其质量进行检验。

第三章 主要作物形态特征的田间观察（栽培 张小均）

试验一 小麦、大麦、燕麦和黑麦形态特征观察及大麦亚种的识别

一、目的

掌握小麦、大麦、燕麦和黑麦（四大麦类）形态特征及其区别；大麦亚种形态特征及其区别。

二、内容说明

小麦、大麦、燕麦和黑麦即麦类作物，又称第一类禾谷类作物。它们有许多共同的特

征特性，但在形态、构造、生理学特性上又有不同之处，以此可作为识别不同麦类之间的主要依据。

（一）小麦的植物学特征

小麦属
禾本科,小
麦属

(*Triticum*)
。我国栽培
的小麦品种
主要属于普
通六倍体小
麦种

(*T.aestivu*
m L.)

1. 根系
小麦属
须根系，依
次先后分初

生根（种子根/胚根发育而来）和次生根（节根/分蘖节上发生）两种。初生根即种子根由胚根发育而来，初生根一般 3~5 条，多者 7 条。次生根从分蘖节上发出，随着分蘖发生次生根逐渐增多。

2. 茎秆
小麦茎秆细而且直立，圆筒形，有弹性，具抗倒作用，茎基部地下茎节可发生分蘖，分蘖是小麦最重要生物特性之一。主茎一般 7~12 节，地上部分节间为 4~6 个。冬小麦节数多，春小麦节数少。株高在 80cm~120cm 上下。

3. 叶片
小麦叶子以出生先后可分：胚芽鞘叶、真叶、分蘖先出叶（分蘖鞘叶）、颖壳等。凡鞘叶均具有叶鞘，叶片肉眼难于辨认出来，多圆筒膜状，先端可加厚变绿色。真叶是进行光合作用的主要器官，由叶片、叶鞘、叶舌和叶耳组成。叶片狭长，近对称。拔节前茎基部所生叶称近根叶；拔节后，着生叶鞘较长，抱住茎秆节间，称抱茎叶（或茎生叶）。最后一叶形似剑状，在小麦上惯称旗叶。

4. 麦穗和籽实
小麦穗轴由多个穗节片组成，其上着生一无柄小穗，其中有 3~7 朵小花，但仅下部两朵小花结实。

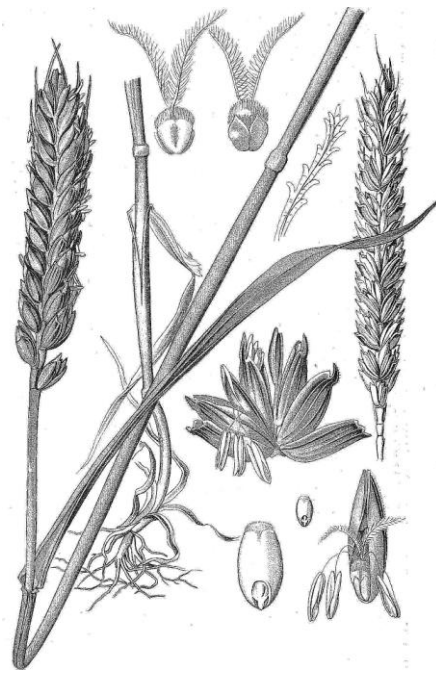


图 3-1 小麦形态图
(Otto Wilhelm Thom é1885)

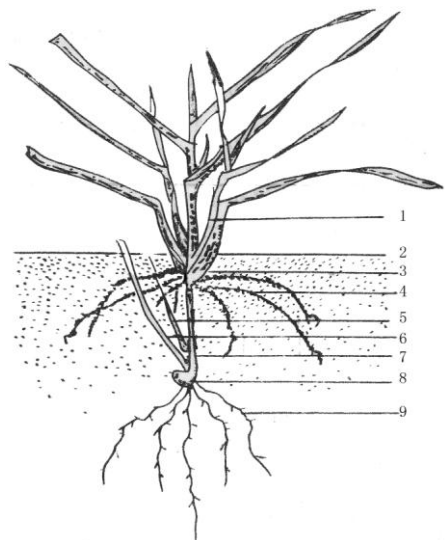


图 3-2 小麦根系
1. 蘖鞘 2. 地面 3. 分蘖节
4. 次生根 5. 胚芽鞘分蘖 6. 胚芽鞘
7. 地中茎 8. 种子 9. 种子根
(王荣栋等主编，作物栽培学，2000)

麦籽粒植物学上称为颖果，成熟时果皮和种皮粘连不分，着生胚一方的背面朝向外颖，腹面向内颖，具腹沟。

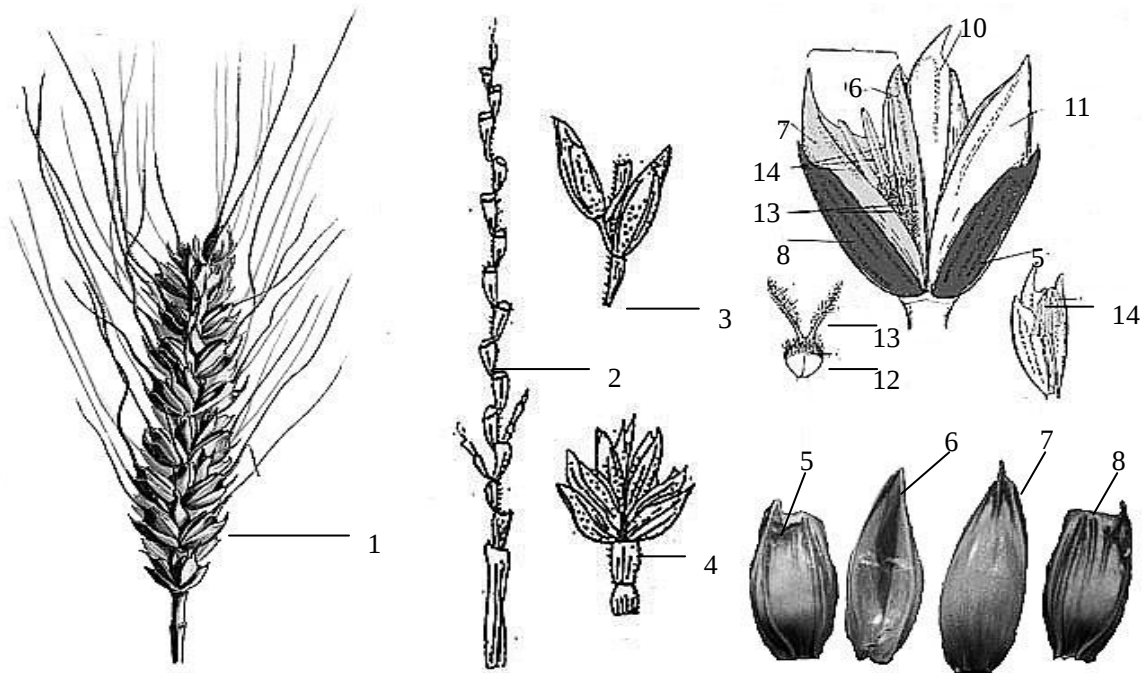


图 3-3 小麦麦穗构造

1. 穗 2. 穗轴节片 3. 小穗侧面 4. 小穗正面 5. 下位护颖 6. 内颖 7. 外颖 8. 上位护颖 9. 第一朵小花 10. 第二朵小花 11. 第三朵小花 12. 子房 13. 柱头 14. 花药

(二) 大麦亚种的识别

大麦属禾本科大麦属 (*Hordeum* L)，该属共 30 个科，最具经济价值的是栽培大麦 (*H. Sativum* Jcss)。

大麦包括有壳大麦（皮大麦）和裸大麦，通常说的大麦指有壳大麦，裸大麦又叫裸麦，江浙一带叫元麦，青藏等地叫青稞。

大麦野生种和栽培种的区别在于野生种穗轴脆，成熟时易折断，并与小穗连在一起。栽培大麦种，据小穗发育特征与结实性，划分为三个亚种，即多棱大麦、中间型大麦和二棱大麦。

1. 多棱大麦(*H. vulgare*)

每个穗轴节上 3 个小穗均能发育结实。按侧小穗的排列形状特征，又可以分为六棱大麦和四棱大麦。

(1) 六棱大麦(*H. sub-hexastichum* L.)

穗轴节片短而着生粒密，每个穗轴节上 3 个小穗与穗轴所成的夹角大而相等，从穗顶端俯视，可见到穗上共有 6 条由小穗构成的棱，即穗的截面成六角形，故称六棱大麦。

(2) 四棱大麦 (*H. sub-hexastichum* Körn)

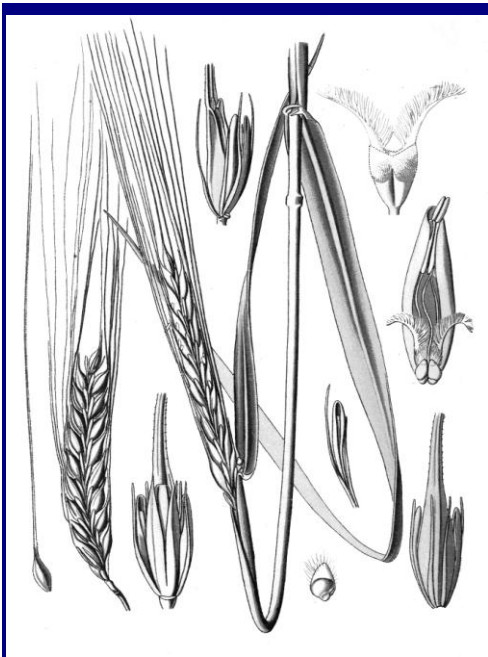


图 3-4 大麦形态图
(Otto Wilhelm Thom é 1885)

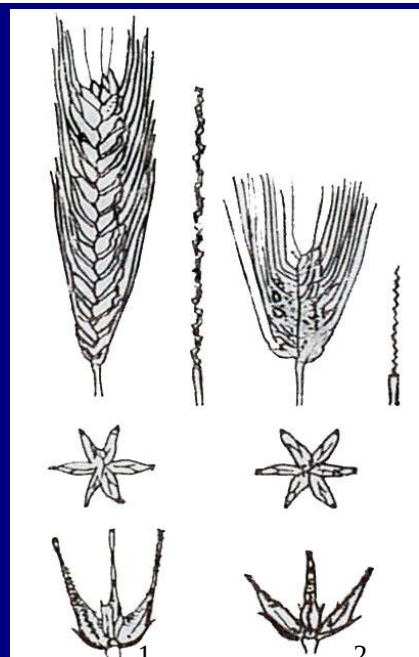


图 3-5 多棱大麦
1. 多棱大麦麦穗 2. 六棱大麦

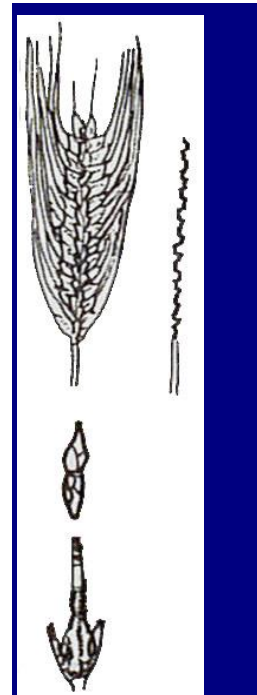


图 3-6 二棱大麦

穗轴节片长而着生粒稀，小穗间的间隔大，每节片上居中的一个小穗紧贴穗轴，其余两个侧小穗与穗角度较大而向两侧发生，从穗顶端俯视成四棱状，故称四棱大麦。四棱大麦一般穗较长，但籽粒大小不整齐，其中有 1/3 籽粒较大，2/3 籽粒较小，即中间籽粒大，两侧籽粒小。

2. 中间型大麦(*H. intermedium* L.)

每穗轴节上发育小穗数目不定，有 1~3 小穗结实，中间小穗均结实正常，两侧小穗有的结实，有的不结实。中间型大麦经济价值不大，栽培较少。

3. 二棱大麦(*H. distichum* L.)

每个穗轴节上有 3 小穗仅中间小穗正常结实，穗轴上只有两行结实小穗。穗粒大，饱满。

(三) 燕麦

禾本科
早熟禾亚科
燕麦属
(*Avena*), 学
名 *Avena* L.,
一年生草本
植物。按其
外稃性状可
分为带稃型
和裸粒型两
大类。世界
各国最主要
的栽培种是
六倍体带稃
型的普通燕
麦 *A.sativa*
L. 中国以
大粒裸燕麦



图 3-7 燕麦形态图
(Otto Wilhelm Thom é 1885)

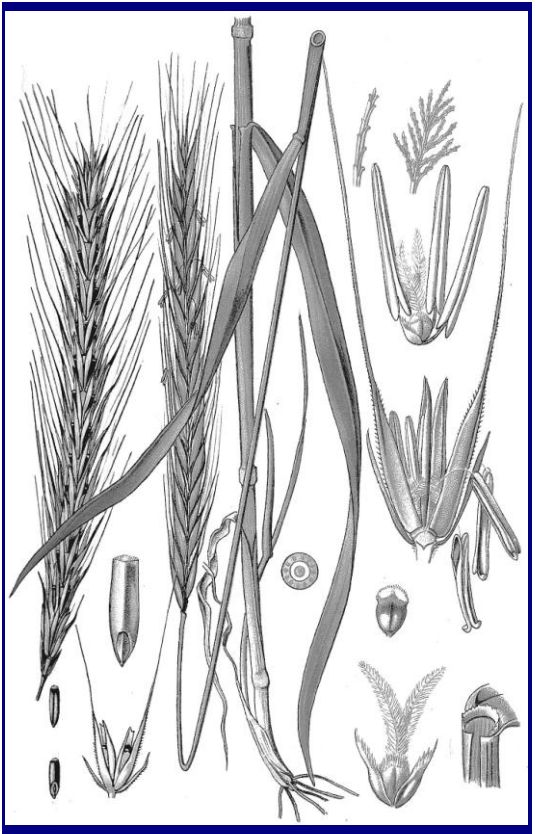


图 3-8 黑麦形态图
(Otto Wilhelm Thom é 1885)

A.nuda L.为主。穗为圆锥花序，有周散型。芒出自外颖背上，是燕麦的特点。带稃型燕麦籽粒紧裹在内颖与外颖之间。

用途：食用，富含营养。

（四）黑麦

禾本科，黑麦属（*Secale*）一年生或越年生草本。株高 150~180 厘米。茎粗、下部节间短，不易倒伏。须根发达，入土 1 米左右。分蘖多、再生性好、柔软、绿色，幼苗带紫色或褐色，小穗籽粒护颖狭长，外颖脊上有纤毛，先端有芒。颖果呈瘦长的卵形，红褐色或暗褐色。

用途：动物饲草。

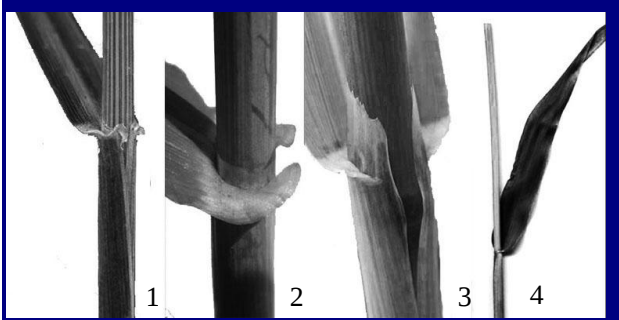


图 3-9 四大麦类叶片
1. 小麦 2. 大麦 3. 燕麦 4. 黑麦

三、麦类作物的形态区别

表 3-1 麦类作物幼苗形态特征

类别 项目	小 麦	大 麦	黑 麦	燕 麦
胚根（初生根）数目	3—6	5—8	4	3
胚 芽 鞘 颜 色	绿，紫	淡绿	紫，红绿	淡绿

叶片大小及颜色	中，绿	大，黄绿	小，深绿	中，绿
叶鞘上有无茸毛	有短茸毛	无	有长绒毛	无
叶舌	较短小	中等大	短小	较大
叶耳	中等大，尖端有绒毛	最大，无绒毛	最小，易脱落	无

表 3-2 麦类作物穗部形态特征

类别 项目	小 麦	大 麦	黑 麦	燕 麦
花序	穗状	穗状	穗状	圆锥
每穗轴节片上着生小穗数	1	3	1	小穗梗上着生小穗
每小穗结实小花数	3—5	1、(0)	2	1
颖片	宽大、多脉、有龙骨、顶齿	狭小，有龙骨	狭窄有明显龙骨	宽大能包住花部
外稃	光滑无龙骨	具有明显龙骨	龙骨明显有茸毛	光滑无龙骨
芒着生位置	外稃背部顶部稍下	外稃顶部	外稃顶部	外稃背部顶端下方 1/3 处

表 3-3 麦类作物种子形态特征

类别 项目	小 麦	大 麦	黑 麦	燕 麦
顶端茸毛有无	有或少	无	有	有茸毛
籽粒表面	光滑	光滑或有皱纹	稍有皱纹	有茸毛易擦去
形状	椭圆、长圆或卵圆	长椭圆两头尖	较圆长、顶端平齐	长圆形、顶端尖
颜色	白、红	黄色	青灰色、黄褐色	黄色

四、材料及用具

四种麦类的幼苗、成熟植株、种子及大麦三个亚种的实物标本；镊子，放大镜等

五、方法步骤

- （一）观察四个麦类的幼苗，比较它们的异同点，特别注意叶耳的特征。
- （二）观察四种麦类种子、花序及穗部结构区别。
- （三）观察二棱、四棱、六棱大麦在穗型及穗部结实特性方面的异同点。

六、作业

- （一）根据不同特征判断植株编号各属那种麦类。
- （二）绘图说明四种麦类作物叶片的差别。
- （三）绘图并说明四种麦类作物在穗部结构上的差别。
- （四）说明二棱，四棱、六棱大麦穗形及小穗的区别。

试验二 小麦生育特性的田间观察

一、目的要求

小麦产量的形成，是其生长发育最终的结果，了解其生长发育各个时期进程的特征特

性、群体动态，掌握田间观察记载的方法和标准，有利于制订田间管理措施，搞好小麦生产。

二、内容说明

（一）生育进程的观察

1. 小麦的生育进程

小麦一生从播种发芽经过出苗、分蘖、拔节、孕穗、抽穗、开花受精、籽粒形成、灌浆成熟等过程，产生新的种子。小麦各个生育时期，植株外形呈现连续性而有规律的变化。

2. 小麦生育时期记载标准

（1）出苗期 当第一片真叶从胚芽鞘顶端裂口处伸出，长达 1.5~2cm 时即为出苗；全田有 50%的植株达到上述标准时，即为出苗期。

（2）分蘖期 全田有 50%的植株第一个分蘖伸出叶鞘 1cm 时，称分蘖期。

（3）越冬期 冬前日平均温度下降在 3~2℃ 以下，植株基本停止生长的日期。

（4）返青期 全田有 50%以上的植株，叶色由暗绿色转为青绿色，新叶长出 0.5~1cm 时的日期。

（5）拔节期 全田有 50%以上的植株，主茎基部第一节间伸长露出地面 1.5~2cm 的日期。

（6）孕穗期 全田有 50%以上的植株主茎旗叶的叶耳与旗下叶的叶耳平齐，茎秆中上部呈纺锤形时的日期。

（7）抽穗期 全田有 50%以上的麦穗，顶部第一小穗露出叶鞘的日期。

（8）开花期 全田有 50%以上的植株，麦穗中部小穗开花的日期。

（9）成熟期 按照籽粒成熟的过程分为三个时期：

1) 乳熟期 50%以上籽粒能挤出乳白色汁液的日期。

2) 蜡熟期 50%以上的籽粒具有蜡质特征的日期。

3) 完熟期 50%以上的籽粒变硬，呈现本品种固有特征的日期。

3. 生育进程观察方法

选有代表性的样段插下标记，作为观察点，如行距为 15 cm，可取其临近的两行，每行行长 50 cm（不取边行和毛渠边），定期进行观察调查，将观察数据，计算其百分率，以确定各生育时期，记入下表。

表 3-4 小麦生育期记载表（月．日）

样 点 号	品 种	播 种 期	出 苗 期	分 蘖 期	拔 节 期	孕 穗 期	抽 穗 期	开 花 期	成 熟 期			生育期 (天)
									乳熟	蜡熟	完熟	

（二）小麦生长和群体动态观察

1. 基本苗

小麦齐苗后至分蘖前，在田间选取样点查清苗数，再换算成单位土地面积基本苗数，以万 / hm² 表示。

2. 分蘖数

在调查基本苗的固定样点内或临时选点进行调查，其总茎蘖数减去基本苗数即为分蘖数，一般调查两项：

- (1) 冬前茎蘖数 临冬前日平均气温降至 0℃ 以前，麦苗停止生长时调查。
- (2) 最高茎蘖数 小麦拔节后分蘖达到高峰期时调查。

3. 有效分蘖率

小麦蜡熟期调查分蘖成穗数占最高分蘖数的百分比，又称分蘖成穗率。

表 3-5 小麦群体动态调查表 单位：万/hm²

调查时间 (月、日)	品种或处理	基本苗	冬前茎蘖数	返青期茎蘖数	最高茎蘖数	有效穗数	分蘖成穗率 (%)

4. 观察出叶周期

选取两个以上的样点，每个样点内，选取生长整齐一致的植株各 10 株，在叶片上用红漆或红线作标记，定期观察各叶出生、定长、枯黄的时期，将观察结果记入表 3。

表 3-6 小麦出叶周期记载表

日期 (月、日)		1 叶			2 叶			3 叶			4 叶						10 叶		
叶序 (月、日)		出	定	枯	出	定	枯	出	定	枯	出	定	枯	出	定	枯	出	定	枯
株号		生	长	黄	生	长	黄	生	长	黄	生	长	黄	生	长	黄	生	长	黄
1																			
2																			
⋮																			
9																			
10																			
历 期	出生——定长																		
	定长——枯黄																		

说明：出生——心叶从下一叶叶鞘中露出 1 - 2cm。 定长——心叶叶枕从下一叶叶鞘中露出。
枯黄——绿色部分不足叶长 1 / 2 者。

5. 单株叶面积

取有代表性植株 10—12 株，分别量出每片叶叶片的长与宽（叶最宽处）求出单叶面积 = (叶长 × 叶宽) ÷ 1.2，然后计算单株绿叶面积之和。由单株绿叶面积乘单位土地面积株数，再用单位土地面积除之，得出叶面积指数。

6. 小麦越冬前均田间调查

通过田间实地调查，对苗情作出诊断，以便制订相应的技术措施。

- (1) 调查个体发育状况，判断幼苗属那一种苗（壮苗、弱苗或旺苗）；
- (2) 调查大田群体结构（单位土地面积基本苗数、总茎数），判断是否达到或超过预定的指标；
- (3) 调查土壤墒情，作为冬灌与否依据；
- (4) 调查病害和虫害发生情况等。将调查结果填入表 4。

表 3-7 小麦冬前田间调查记载表

项 目 田块名称	前作	品种	播期 (月·日)	施肥水平 (种类·数量)		灌水 时间 数量	其他	苗情			茎蘖数 (万/hm ²)	基本苗数 (万/hm ²)	备注
				基肥	追肥			叶色	叶龄	茎蘖			

7. 小麦返青前田间苗情调查

小麦返青前对田间苗情调查，以便掌握越冬后的苗情，制订春季田间管理的相应措施。调查主要内容：（1）田间越冬保苗数；（2）土壤盐碱危害程度；（3）土壤墒情；（4）雪腐病和雪霉病等病害发生情况等。

8. 小麦籽粒灌浆速度的测定

小麦抽穗后，选同一天开花，长相和麦穗大小一致的植株挂牌（或用红漆作标记），作为以后定株取样观察的材料。标记的数量应多于观察需要的株穗数。从开花到成熟期间每隔一定天数在标记株穗中取样，每次取样测定 20 穗，全部脱粒后放在瓷盘或培养皿中，数计总粒数并测定：

- (1) 称鲜重 计算每穗鲜重(g)和百粒鲜重。
- (2) 量籽粒长、宽、厚 随机取样 20-50 粒，用测微尺逐粒测量，并求出其平均值(mm)。
- (3) 测定百粒体积 灌一定量的水予小量筒中，再放入 100 粒麦粒（重复 3-4 次），求得其百粒体积(ml)。
- (4) 测定干重 将供测定的全部麦粒放入纸袋或铝盒中，烘干称重，折算成千粒重(g)。将上述测定结果填入下表，也可绘制成曲线图。

表 3-8 小麦籽粒形成及灌浆成熟过程体积及粒重动态记载表

品 种 或 处 理	取 样 日 期 (月、日)	开 花 后 天 数 (天)	取 样 穗 数 (个)	总 粒 数 (个)	每 穗 粒 数 (粒)	百 粒 鲜 重 (g)	籽 粒 长 度 (mm)	籽 粒 宽 度 (mm)	籽 粒 厚 度 (mm)	百 粒 体 积 (ml)	千 粒 重 (g)	含 水 量 (%)

三、实验方法与步骤

本实验内容较多，持续时间较长，课堂上可选择相关部分进行，有些内、容可结合种试验田、生产实习或毕业实习等实践性教学中进行观察记载，以利理论联系实际，加深对小麦生育进程的整体认识，提高学习效果。

四、作业

根据系统性观察，整理数据，每人写出“×××品种小麦生长发育特性”报告一篇。

试验三 小麦分蘖特性及其分蘖类型观察

一、目 的

熟悉分蘖期麦苗的形态特征；了解主茎叶片与分蘖发生的同伸关系及分蘖与不定根发生的关系；学习分析小麦分蘖期麦苗性状的方法。

二、内容说明

（一）麦苗形态的观察和各种分蘖类型的识别。

1. 小麦幼苗形态观察：取一株典型的分蘖期麦苗对照挂图认识小麦幼苗的性态结构。小麦的幼苗是由胚根、不定根、中茎、分蘖节、主茎叶片、分蘖鞘和分蘖叶片等构成。

1) 胚根：种子萌发时由胚根鞘中长出，先长出一条主胚根，随后长出侧胚根。一般有 3—7 条，在形态上比节根细，颜色较深，位于节根下面。

2) 不定根：着生于茎基部的节上，与分蘖几乎同时发生。一般主茎每发生一个分蘖，就在分蘖节上，透过主茎叶鞘的基部，长出不定根。在形态上比胚根粗。

3) 盾片：与胚根在一起，位于地中茎下端，呈光滑的圆盘状，与胚芽鞘在同一侧。

4) 胚芽鞘：种子萌发后，胚芽鞘首先伸出地面，为一透明的细管状物，顶端有孔，见光后开裂，停止生长。到麦苗分蘖以后，它位于地中茎下端。

5) 地中茎：指芽鞘节与第一叶节之间出现的一段乳白色的茎。是调节分蘖节深度的器官。当播种过深，超过地中茎的伸能力时，第一、二叶或第二、三叶 之间的节间

也回深长，形成多蘖节的现象。

6) 分蘖节：发生分蘖节的部位称为分蘖节。由几个极端的节间和几个极端幼小的顶芽和侧芽（分蘖芽）所组成，它不仅是长茎、长叶、长蘖、长次生根的器官，而且也是贮藏营养物质的器官。

7) 分蘖鞘（鞘叶）：分蘖鞘在形态上与胚芽鞘相似，是只有叶鞘没有叶片的不完全叶。小麦的每个分蘖都包在分蘖鞘里，与主茎的第一片叶包在胚芽鞘里一样，当分蘖刚从叶鞘中伸出时，由分蘖鞘中则出生分蘖的第一片叶。

8) 主茎叶片：丛生在分蘖节上，观察时注意叶片的位序。首先找出第一片叶，然后依其互生关系就可以找出其他叶片。确定第一片叶的方法，生育初期可以用叶形鉴别，第一片叶在形态上与其他叶片不同。上下几乎一样宽，顶端较钝，叶片短而厚，叶脉较明显。生育中后期，第一片叶往往枯死脱落，但其方位可依盾片的位置和方向来确定，因为小麦主茎上的第一片叶都在盾片的对侧，以盾片来鉴别时，一定要把麦苗拿正，拉直胚根，根茎不要发生扭曲。认识主茎叶序，还可以借助主茎分蘖（一次（级）分蘖）的方法来确定，在不确定的情况下，一般是一个叶带一个蘖，确定了分蘖，也就找到了相应的叶片。根据这种关系，应先区别主茎和分蘖，从位置上看主茎一般位于株丛中央，从形态上看，主茎较分蘖高而粗壮。如遇特殊情况（畸形或缺位），须综合上述两种情况确定，并根据一般经验来判断。

2.分蘖类型识别：由于生育条件的不同，可使麦苗出现不同的分蘖类型，根据分蘖的着生部位和入土深度，通常分四各类型。

1) 普通分蘖型：在适宜播深条件下，一般多出有地中茎的分蘖植株，这是最常见值的一种分蘖类型。

2) 胚芽鞘分蘖型：呀鞘是主茎变态叶，叶腋中有一腋芽，可长出一个分蘖，该分蘖也可发生二级（次）分蘖，在种子大，播深适宜，单株营养面积大，光照良好，水肥充足的条件下，可以出现分蘖鞘分蘖类型。

3) 多层分蘖型：此种类型常出现在肥水条件良好，播种过深的松软地上或畦埂上，主茎第一片叶与第二叶甚至第二叶与第三叶间的节间深长，补偿地中茎深长能力的不足。但主茎低位叶分蘖仍然能正常发生。

4) 无地中茎分蘖型：这种类型主要发生在浅播的情况下，地中茎在较强的光照下不伸长，形成地中茎未伸长的分蘖，分蘖节上在种子的入土深处形成。

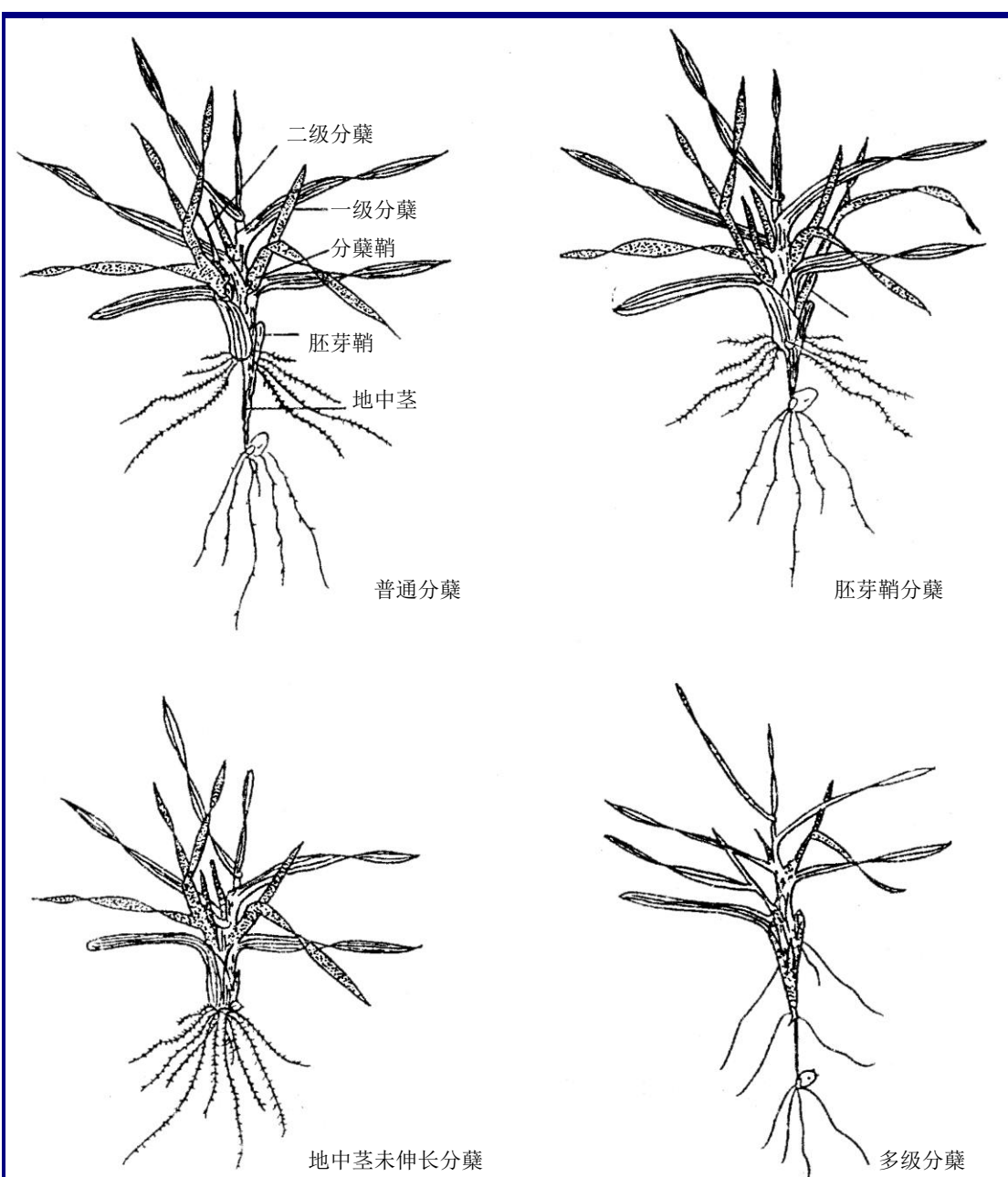


图 3-10 分蘖类型

(王荣栋等主编. 作物栽培学实验指导. 1998)

(二) 分蘖的出现及同伸关系

取主茎叶龄 3、5、7 的麦苗进行观察。小麦幼苗长出第三叶时，由胚芽腋间长出第一个分蘖，由于胚芽鞘入土较深，胚芽鞘分蘖受抑制，一般只有在良好的条件下才能发生。

当主茎第四叶伸长时，在主茎第一片叶的叶腋间长出一个分蘖（主茎第一分蘖），当主茎第五片伸出时，主茎第二叶的叶腋又生出一分蘖（主茎二分蘖）依次类推着生于主茎上的分蘖称为第一次分蘖。由第一分蘖长出的分蘖称第二次分蘖。有时，当第一次分蘖的第三片叶伸出时，在其分蘖鞘腋间产生一个分蘖，以后每增加一叶，也按叶位顺序增长分蘖。上述蘖称蘖位分蘖。

分蘖的发生有严格的顺序性，一般情况下，主茎或分蘖上的腋芽循着由低位向高位的规律萌发生长，并且与主茎叶的发生有一定的关系。小麦分蘖过程中，主茎的叶序与各级分蘖有以同伸关系（附表）。如主茎第三叶（3/0）与胚芽鞘第一叶（1/P）同伸；主茎第四叶（4/0）与胚芽鞘分蘖第二叶（2/P）及主茎第四叶（4/0）与胚芽鞘分蘖第二叶（2/P）及主茎第一分蘖第一叶（1/I）同伸；5/0与3/P、1/PP、2/I、2/I、1/II同伸等，余者类推。

根据上同伸关系已知主茎叶龄，可推某叶的叶龄全株可出现的理论分蘖数，即主茎某一叶片出现时可能出现分总分蘖（包括主茎）为其前两个叶序发生总分蘖数之和。如主茎第五叶龄的总分蘖数加主茎六叶龄的总分蘖数等于第七叶龄的总分蘖数。即：

5+8=13。在生产上胚芽鞘分蘖常不出现，则主茎第七叶龄的总分蘖数为3+5=8。

另外，根据主茎叶龄与分蘖的同伸关系，推算出主茎最高蘖位。主茎最高蘖位=n-3（n代表主茎可见叶即叶龄）。

一般大田生产上实际分蘖数常少于理论分蘖数，而稀播繁殖田和高产田实际分蘖数有时接近理论分蘖数。特别是在浅播条件下，实际分蘖数在某一时期内也可稍大于理论分蘖数。主茎的低位分蘖发生比较正常，与主茎的同关系也比较密切，而高位蘖，而且也可抑制低位蘖的发生，使之形成空节（缺位），特别是胚芽鞘分蘖，一般很少发生。

小麦分蘖的发生与不定根的发生也有一定的关系。一般主茎每发生一个分蘖，就在出分蘖的节上长出3条不定根（或不足3条）。从植物解剖学的观点看，这些节属于主茎，而不属于一级分蘖。当一级分蘖发生二级分蘖时，在生每二级分蘖的节上一般可以长出两条不定根。这些节根才属于以一级分蘖，不属于二级分蘖。

（三）分蘖期麦苗形状的分析

取同一个播种深度的麦苗5株，逐株测量麦苗的高度，主茎叶片数及其长宽、分蘖数及分蘖叶片数，不定根数，分蘖节深度和地中茎长度，平均后填入下表，若用以同时考察可将全部资料记入表中，便于整体分析。

表 3-8 主茎叶龄与各级分蘖叶龄的同伸关系一览表

主茎叶龄			3/0	4/0	5/0	6/0	7/0
同时出现的各级分蘖的叶	胚芽鞘分蘖	一级	1/P	2/P	3/P	4/P	5/P
		二级			1/PP	2/PP 1/P ₁	3/PP 2/P ₁ 1/P ₂
		三级					1/PPP
	分蘖节分	一级		1/I	2/I 1/II	3/I 2/I 1/III	4/I 3/II 2/III 1/IV

龄	蘖	二 级				1/IP	2/IP 1/I ₁ 1/II P
可能出现的分蘖总数 (包括主茎)			2	3	5	8	13
可能出现的叶片总数 (包括主茎)			4	7	12	20	33

表 3-9 播种深度及麦苗性状影响

播种深度 (cm)	株高 (cm)	不定根数 (条)	分蘖节深度	地中茎长度 (cm)	主茎叶数		主茎叶长×宽 (cm)						分 蘖 数						
					展开叶	可见叶	心叶长	一叶长宽	二叶长宽	三叶长宽	四叶长宽	五叶长宽	I	II	III	IV	TP	I	P
3																			
5																			
7																			
9																			

三、材料及用具

- (一) 不同播种深度、不同叶龄及不同分蘖类型的麦苗和相应的挂图。
- (二) 磁盘、直尺等。

四、作业

- (一) 写出七叶龄麦苗的理论分蘖数及该同叶组各位次的名称、观察记载一株七叶龄麦苗的实际分蘖数及其名称，不定根数及其部位。
- (二) 试分析播种深度对麦苗性状的影响。
- (三) 从小麦分蘖发生的多样性谈小麦的适应性及提高播种技术的重要性。

试验四 玉米形态特征及类型的识别

一、目 的

了解玉米的植物学形态特征，识别玉米的主要类型。

二、内容说明

(一) 玉米植物学的形态特征

玉米是一种茎叶繁茂、根群发达的高秆作物，株高叶大，一生（图 1）经历几大关键生育时期，植株各部分的特征如下：

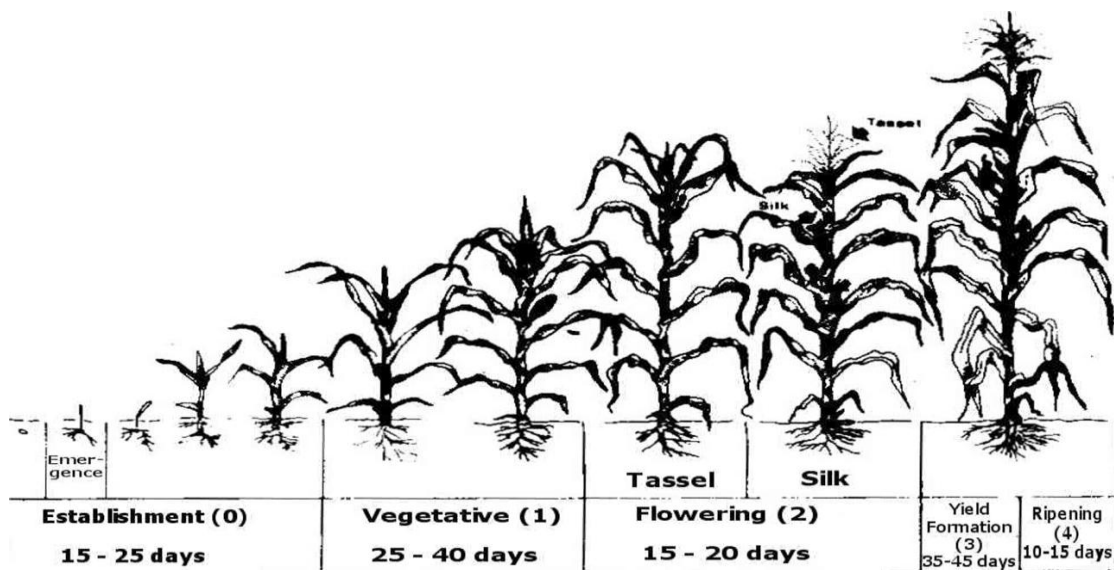


图 3-11 玉米的一生

1. 根

玉米具有发达的须根系。根系可深入土层 140—150cm 以上，向四周发展可达 100—120cm，但主要分布在地表下 30~50cm 的土层内。根据根的发生时期、外部形态、部位和功能可以分为三种。

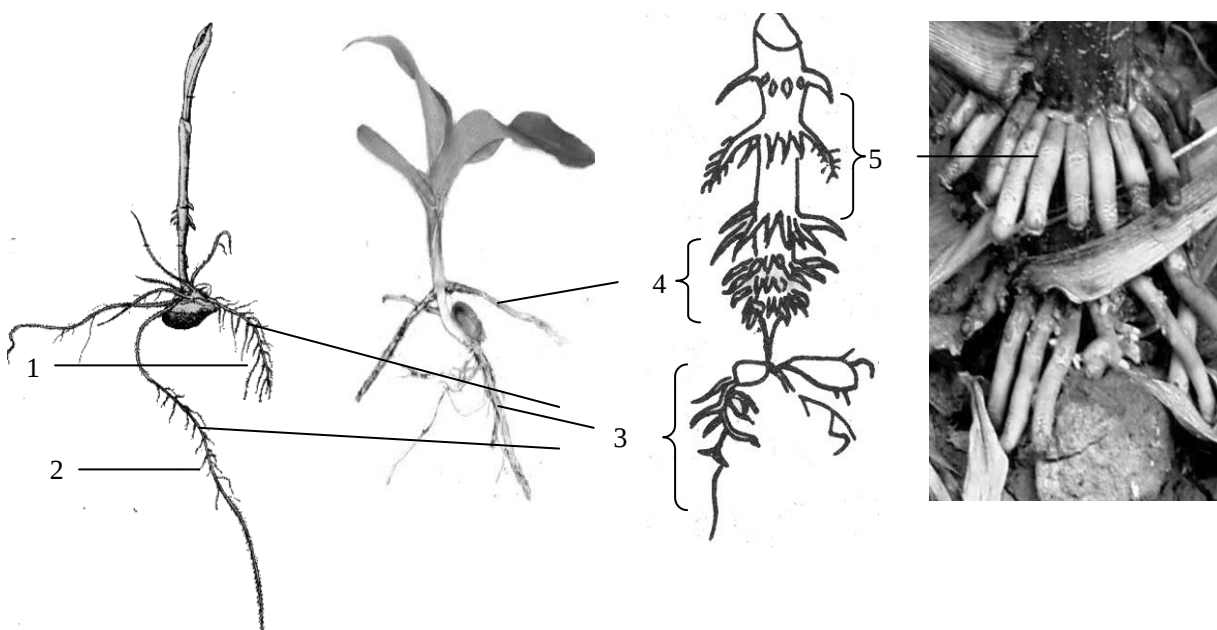


图 3-12 玉米根

1. 初生胚根 2. 次生胚根 3. 胚根 4. 地下节根 5. 地上节根

(1) 胚根(初生根) 在胚中就已经具有。种子发芽时首先生出一条初生胚根，继而从下胚轴处再生出 3—7 条次生胚根。初生胚根与次生胚根组成了玉米的初生根系，这些根系是玉米幼苗期的吸收器官。

(2) 地下节根(次生根) 是在三叶期至拔节期从密集的地
下茎节上, 由下而上轮生而出的
根系。一般 4—7 层, 品种间或
同一品种会因春、夏播而不同。
它是玉米一生中最重要的吸收
器官。

(3) 地上节根(气生根或支
持根) 是玉米拔节后从地上近
地面处茎节上轮生出的根系。一
般有 2—3 层。支持根较粗, 保
护组织发达, 位于土表以上部分
能形成叶绿素而呈绿色, 有的见
光后为紫色。支持根在物质吸
收、合成及支撑防倒方面具有重
要的作用。

2. 茎

直立, 较粗大, 圆柱形, 一般高
1—3m, 但因品种、土壤、气候和栽
培条件不同而异。茎秆由若干个节和
节间组成, 通常有 15~22 个节, 其
中 4—6 个节密集在地下部, 节与节
之间称为节间, 各维管束分散排列于
其中, 靠外周的维管束小而生多, 排列
紧密, 靠中央的大而生少, 排列疏松。
茎基部上的腋芽能长成侧枝, 称为分
蘖, 且能形成自己的根系。分蘖力因
类型及品种而异。一般硬粒型及甜质
型的分蘖力强。生长在良好条件下
的大多数品种, 各节间长度由下而上
顶式增加, 而直径逐渐减小。一般情
况下, 穗颈节最长, 其次是穗位的上、
下节间较长, 各节间长度与环境条
件密切相关。

3. 叶

形较窄长, 深绿色, 互生, 包括叶
鞘、叶片、叶舌三部分。叶鞘紧包
茎部, 有皱纹,

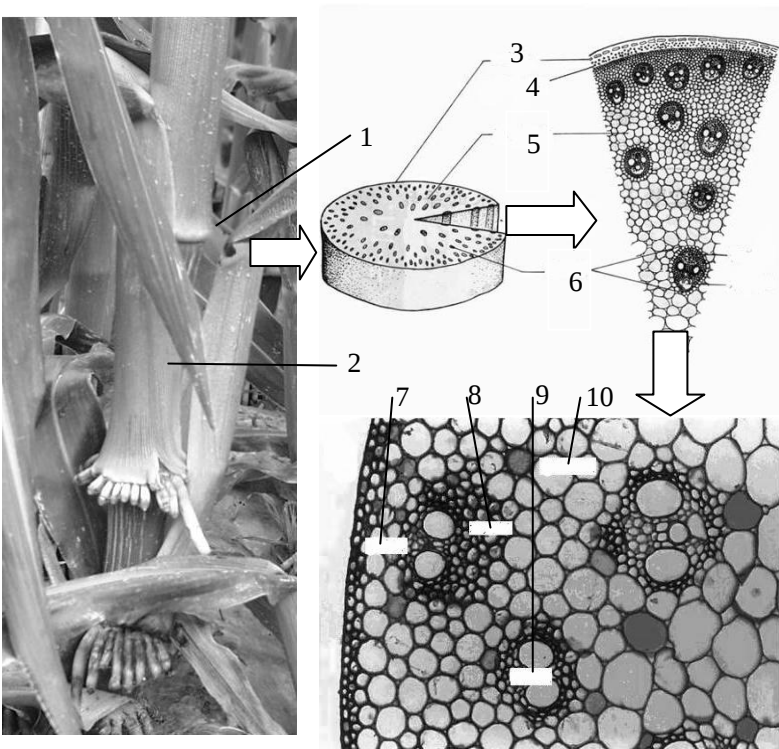


图 3-13 玉米茎

1. 节 2. 节间 3. 表皮 4. 机械组织 5. 薄壁细胞
6. 维管束 7. 韧皮部 8. 木质部 9. 维管束 10. 薄壁细胞

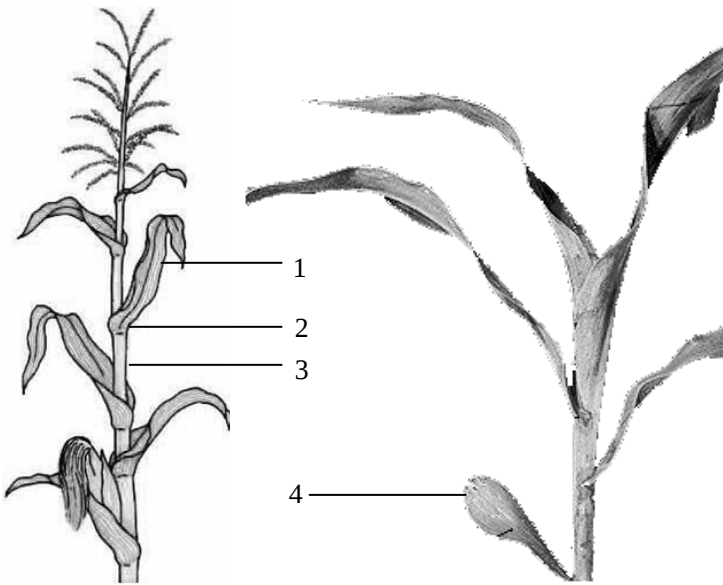


图 3-14 玉米叶

1. 叶片 2. 叶枕 3. 叶鞘 4. 第一片叶

这是与其他作物不同之点。在叶鞘顶部着生有加厚的叶片，叶片主脉明显，叶片边缘呈波浪状，

各叶片大小与品种、在茎上的位置及栽培条件有关。由茎基部至穗位叶逐渐增大，由穗位叶至顶部叶又逐渐减小。一般穗位叶或穗位的上、下两叶为最大。玉米单株叶面积变化在 0.3—1.2m² 范围内。玉米第一片叶的尖端为椭圆形，其他各叶叶尖均尖而狭长。玉米下部叶片(约为总叶数的 1 / 3 左右)表面光滑无茸毛，称之为光叶。紧挨着光叶往上的 1—2 片叶，表面有少许茸毛，称之为过渡叶。过渡叶以上的各叶，表面都有大量茸毛着生，称之为毛叶。因此，可根据各叶茸毛的特点，作为田间叶龄的诊断指标之一。玉米叶片维管束鞘的大型细胞里含有叶绿体，对降低光呼吸有重要作用。

4 . 花序

玉米是雌雄同株异花异位的作物。有两种花序，一种是位于茎顶端的圆锥花序，由雄花构成；一种是着生在叶腋的肉穗花序，由雌花构成。

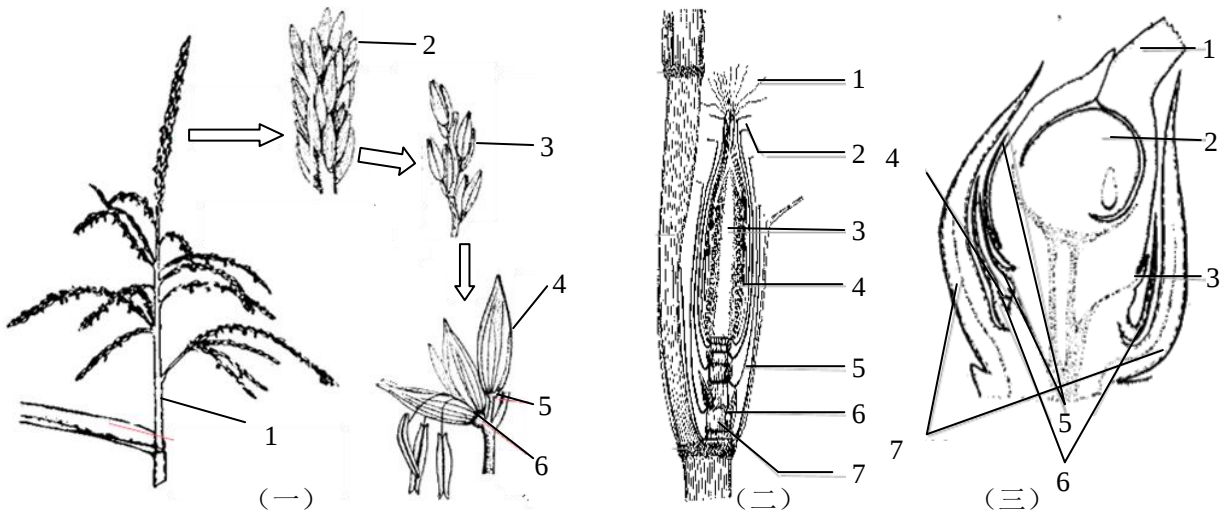


图 3-15 玉米花序

- (一) 雄穗 1. 雄穗 2. 雄穗主轴上紧密着生成对小穗 3. 雄穗支梗上对生成对小穗
4. 成对小穗 (其中一个开颖花药伸出) 5. 有柄小穗 6. 无柄小穗
- (二) 雌穗 1. 花丝 (柱头) 2. 苞叶 (退化的叶片) 3. 雌穗穗轴 4. 整齐排列的雌花序 5. 苞叶 (叶鞘) 6. 侧枝上一个节着生一芽 7. 侧枝
- (三) 雌小穗 1. 柱头 2. 胚珠 3. 退化的雄蕊 4. 退化的小花 5. 内颖 6. 外颖
7. 护颖

(1) 雄花序 玉米雄花序的大小、形状、色泽因类型而异。在花序的主轴和分柱上成行地着生许多成对的小穗，两个成对小穗中一为有柄小穗，一为无柄小穗。每一小穗的两片颖片中包被着两朵雄花，每一雄花由内外稃、浆片、花丝、花药等构成。发育正常的雄花序约有 1 000—2 000 个小穗，2 000—2 400 朵小花，每一小花中有 3 个花药，每一花药中有花粉粒 2 500 粒，故一个雄花序约有 1 500—2 000 万个花粉粒。

(2) 雌花序玉米的雌花序由腋芽发育而成。一个植株上除上部 4—6 片叶子外，全部叶腋中都有腋芽，但通常只有 1—2 个腋芽能正常发育成果穗。果穗是变态的茎，具有缩短的节间及变态的叶（苞叶）。果穗的中央部分为穗轴，红色或白色，穗轴上亦成行地着生许多成对的无柄小穗，每一个小穗有宽短的二片革质颖片夹包着两朵上下排列的雌花，其中上位花具有内外稃、子房、花丝等部分，能接受花粉受精结实；而下位花退化，只残存有内外稃和雌雄蕊，不能结实。果穗为圆柱形或近似圆锥形，每穗具有籽粒 8—24 行。

5. 籽粒（颖果）

由果皮、种皮、胚和胚乳组成。玉米胚较肥大，一般占籽粒重 10%—15%。胚乳是贮藏有机营养的地方，

根据胚乳细胞中淀粉粒之间有无蛋白质胶体存在而使胚乳有角质胚乳和粉质胚乳之分；又由于支链淀粉和直链淀粉的含量不同，有蜡质胚乳和非蜡质胚乳之分。籽粒的颜色决定于种皮、糊粉层及胚乳颜色的

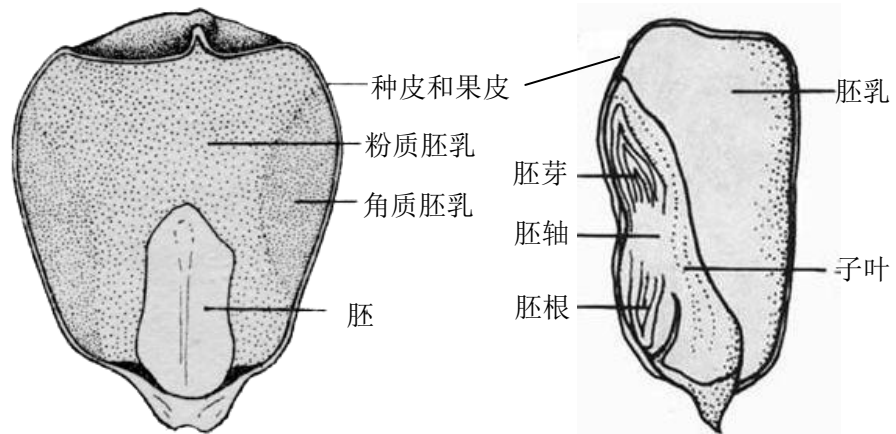


图 3-16 玉米种子外形和结构

配合。因此，有的是单色的，也有是杂色的，但生产上常见的是黄、白两种。种子的外形要近于圆形，顶部平滑，有的扁平行，顶部凹陷。种子大小不一，一般千粒重约 200—350g，最小的有 50g 多，最大的达 400g 以上。每个果穗的种子重占果穗重的百分比（籽粒出产率）因种而异，一般是 75%—85%。

配合。因此，有的是单色的，也有是杂色的，但生产上常见的是黄、白两种。种子的外形要近于圆形，顶部平滑，有的扁平行，顶部凹陷。种子大小不一，一般千粒重约 200—350g，最小的有 50g 多，最大的达 400g 以上。每个果穗的种子重占果穗重的百分比（籽粒出产率）因种而异，一般是 75%—85%。

（二）玉米类型的特征

玉米属于禾本科的玉米属（*Zea* L.），在该属中仅有一个栽培种（*Za Mays* L.）。通常根据籽粒的谷壳性，即裸粒的或带稃的；籽粒的外部形态，即籽粒的形状及表面特征；籽粒的内部构造，即粉质胚乳和角质胚乳的着生情况等三个方面的性状，将玉米划分为九个类型（亚种），其特征如下：

1. 硬粒型（*Za Mays* L. *indurata* Sturt.）

又称普通种或燧石种。果穗多锥形。籽粒顶部圆而饱满，顶部和四周均为角质胚乳，中间为粉质。籽粒外表透明、坚硬、有光泽，多为黄色，次为白色，少部分为红、紫色。与马齿型比较，品质较好，耐低温，适应性强，成熟早，产量稳定，但较低，是生产上的主要类型之一。

2. 马齿型（*Zea mays* L. *indentata* Sturt.）

果穗多呈圆筒形。籽粒扁平呈方形或长方形，成熟时顶部失水干燥较快，故籽粒顶端凹陷形如马齿。角质胚乳分布于籽粒的两侧，中央和顶部均为粉质。食用品质不如硬粒型。不耐低温，成熟晚，产量高但不稳定，是生产上种植最为广泛的类型之一。

3. 半马齿型 (*Zea mays* L. *semindentata* Kulesh.)

又称中间型。是由硬粒型与马齿型杂交而成的杂交种。与马齿型的区别是籽粒顶部有不大明显的小凹陷，胚乳发达，粉质胚乳比马齿型少，较硬粒型多。因此品质好于马齿型，不及硬粒型，产量较高，是生产上种植较多，不是一种稳定类型。目前生产上推广的杂交种多属半马齿型。

4. 蜡质型 (*Zea mays* L. *ceratina* Kulesh.)

籽粒顶端圆形，表面光滑，但无光泽，切面透明，呈蜡状。胚乳全部由角质胚乳所构成，而且该型玉米籽粒的淀粉全部为支链淀粉（其他亚种中支链淀粉及直链淀粉组成约 8% 与 20% 之比）。由于该型玉米煮熟后具有糯性，故有“糯玉米”之称。此种原产我国，是硬粒型玉米引入我国后在西南山地特殊自然条件下形成的一种生态型。

5. 粉质型 (*Zea mays* L. *amylacea* Sturt.)

籽粒圆形或近圆形，与硬粒种相似。不同者在于本类型籽粒胚乳全部由粉质胚乳所构成（极少有角质胚乳存在），外观不透明，表面光滑，切面全部呈粉状，籽粒颜色有白色及杂色等，胚乳中含淀粉约 71.5%—82.66%，蛋白质 6.19%—12.18%，籽粒质地较软，极易磨成淀粉，是制淀粉和酿造的优良原料，我国很少栽培。

6. 甜质型 (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.)

又称甜玉米。植株小而多叶，易生分蘖，穗长度中等，苞叶长，籽粒扁平，成熟时表面皱缩，且坚硬而透明，表面及切面均有光泽，胚较大，胚乳中含有较多糖分（乳熟期含糖量为 15%-18%），脂肪和蛋白质、淀粉含量低，籽粒形状及颜色多样，以黑色及黄色者较多。

7. 爆裂型 (*Zea mays* L. *everta* Sturt.)

果穗小，穗轴较细，籽粒小，胚乳及果实均很坚硬，除胚乳中心部分有极少量粉质胚乳外，其余均为角质胚乳，故蛋白质含量较高。本类型与其他类型最大的区别在于籽粒加热后有爆裂性。这主要是由于籽粒外层的坚韧而富弹性的胶体物质，内部胚乳在加热时体积又能显著膨胀猛裂冲破外层而翻到外面，成为疏松的碎片，比原来的体积可增大 2.5-3 倍。因为此类型的植株及果穗较小产量低，故仅用于制作糕点之用。由于籽粒形状不同，可分为“米粒型”和“珍珠型”两种，前者籽粒较大（果穗也大一点），先端尖，呈米粒形；后者籽粒小，圆形，果穗细长。籽粒的颜色甚多，而一般以金黄色及褐色者多。

8. 有稃型 (*Zea mays* L. *tunicata* Sturt.)

此类型与其他类型的最大区别在于小穗颖片和稃非常发达，呈羊皮纸质，紧包于颖果之外，用一般方法难于脱粒。植株高大多叶，籽粒形状颜色及胚乳的性质极为多样化，但

一般以角质胚乳较多，包围在粉质胚乳四周，籽粒一般呈圆形，其顶端较尖的比较普遍，果穗轴较细。小穗花有明显的小花梗，雄花序分枝发达，且雄花序上结实的返祖现象较为普遍。该类型属最原始类型，没有生产价值。

9. 甜粉型（*Zea mays* L. amyleo - saccharata Sturt.）

籽粒上部为含糖分较多的角质胚乳，似甜型，而下部为粉质胚乳。该类型我国目前尚没有种植。

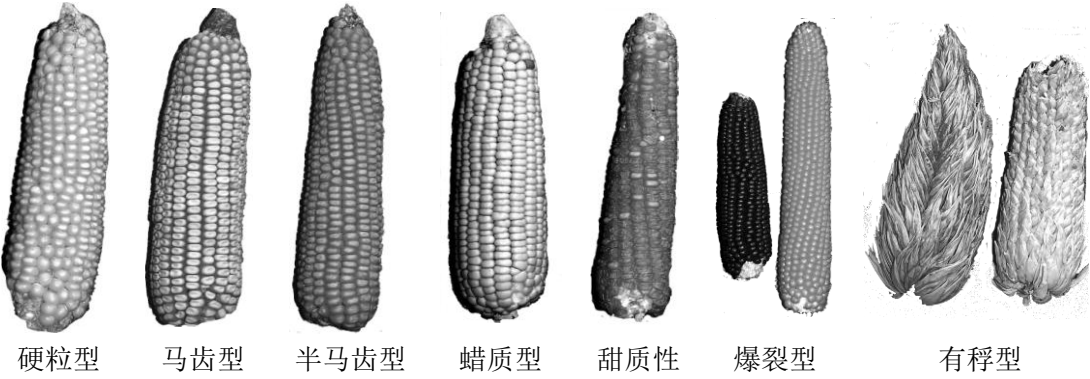


图 3-17 玉米主要类型果穗比较

三、材料及用具

玉米幼苗及成熟的植株（包括有雄穗和雌穗），各类型的果穗及籽粒，解剖刀、镊子、扩大镜、碘化钾溶液。

四、方法与步骤

- （一）取玉米植株，按根、茎、叶、雄花序、雌花序的顺序，仔细观察各部位的形态特征。
- （二）观察玉米各种类型的果穗和籽粒的特征，并将籽粒纵剖开，观察剖面结构即角质胚乳与粉质胚乳的分布情况。

五、作业

- （一）按所发果穗的编号，根据不同的特征，判断各属何种类型，填入下表。

表 3-10 玉米果穗类型观察记载表

果穗 编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
属何 类型									

- （二）观察各类玉米籽粒的剖面结构，并绘剖面图，注明角质胚乳与粉质胚乳的分布。

试验五 玉米株型分析

一、实验目的

- （一）掌握测定叶片空间着生状态的方法。

- (二) 了解有关作物株型的主要参数。
- (三) 认识紧凑型玉米和平展型玉米的叶片着生态势差异。

二、内容说明

作物叶片在空间的着生状态是作物株型的重要组成部分。它直接影响光在群体中的垂直分布。理想的株型，应该能最有效地利用光能，协调群体上层叶和中下层叶之间对光能的利用。

作物叶片的着生角度、直立性、披垂程度、长短和宽窄、平展和卷曲等，都是作物叶片着生状态的具体表现，它们都影响着作物对光能的利用率。

有关概念：

(一) 叶片基角（叶倾角、着生角）

叶片基角即叶基角，它是茎秆和叶片平直部分的夹角，即左图中的角 1。它决定叶片“立”的程度。

(二) 开张角

是茎秆与叶耳至叶尖连线的夹角，即图中的角 2。

(三) 弯曲度

是开张角与叶片基角的差值，即图中的角 3。它是表示叶片“直”的指标。“直”是指叶片的弯曲程度，而叶片的“立”是由叶基角的大小未表示的，因此，叶片的直立性包括了“直”和“立”两个特征，分别由弯曲度和叶片基角来表示。

(四) 仰角

是叶片平直部分和水平面的夹角，即图中的角 4。

(五) 叶向值

因叶片的长度和直立性不同，叶片的着生状态（在空间的分布）就不同，对群体内部的光照影响也就不同。为表示叶片的着生状态，可采用叶向值 LOV(Leaf Orientation Value) 来表示，计算公式为：

$$LOV = \sum_{i=1}^n A(Ls/Lf)/n$$

式中：A-叶片仰角；

Lf-叶片长度；

Ls——基间距（叶耳至叶尖的空间距离）或叶片在水平面上的投影长度；

n——测定叶片数。

叶向值是表示叶片着生状态的一个综合指标。叶片仰角反映了叶片的叶向，即偏离茎

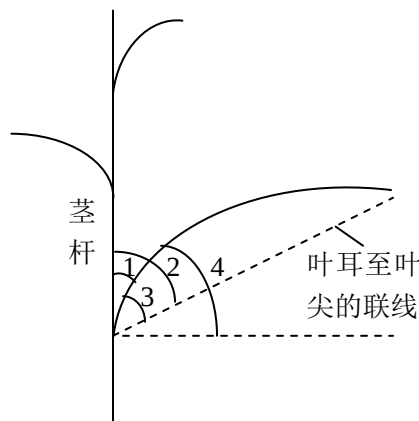


图 3-18 表示叶片着生状态为有关角

秆的程度，仰角大（叶基角小），叶向值大。基尖距和叶片长度的比值反映了叶片的弯垂状态，当比值接近 1 时，叶片也接近完全挺直状态，这时的弯曲度也接近于零。当比值减少时，表示叶片弯曲程度增加，即叶向值减小。

三、材料及用具

（一）材料

开花到灌浆期间的紧凑型和平展型玉米植株。

（二）用具

米尺、透明尺、透明的大量角器。

四、方法与步骤

（一）在无风天气对自然生长状态的玉米植株进行测定。选完整无损的叶片，先测定叶片基部（叶耳处）至叶尖端自然状态下的空间距离，然后再测定叶基部至叶尖端拉直后的叶片实际长度。

（二）在叶片自然生长状态下，用透明大量角器分别测定叶基角和开张角，由叶基角可算出叶片仰角（ $90^\circ - \text{叶基角}$ ），并由开张角减去叶基角即得弯曲度。

（三）随机选取“紧凑型”玉米和“平展型”玉米各 10 株，分别测定相同叶位叶（如棒三叶或其它叶位叶）10 片叶的数据。求出各角度的平均值，并把 10 组叶片仰角、叶长、叶尖距的值，代入公式，计算出玉米棒三叶叶位的叶向值，也可对单株自下而上测定数片叶的平均叶向值。

五、作业

（一）列表算出紧凑型和平展型玉米棒三叶的叶片基角、开张角、弯曲度、仰角、叶向值 5 个参数并作比较。

（二）思考题：株型与作物的物质生产的关系如何？

附 叶片着生状态与光能利用

叶片的着生角度（叶基角）和空间分布，直接影响着作物群体内的光垂直分布，进而影响群体的光能利用。一般上层叶片比较挺立，有利于光能较多地射入群体内部；而下部叶片近于水平，有利于截获已进入群体内的光能。

叶片的着生角大小与叶片遮荫面积的关系表示为：

$$S = A \sin a$$

式中：S—为遮荫面积（直射阳光面积）；

A—叶面积；

a—着生角。

当 $a = 90^\circ$ 时， $\sin 90^\circ = 1$ ， $S = A$ ，遮荫面积最大。当 $a < 90^\circ$ ， $\sin a < 1$ ， $S < A$ ，遮荫面积随叶片的挺立程度而减小。直立叶与平展叶（或弯垂叶）相比，改善了群体的光照条件（图 3-19）。

在天顶直射的等量阳光条件下，叶片的受光面积随叶片着生角的减小而增大(图 3-20)，特别是在小于 30°后受光面积增大很快，一般作物叶片着生角都大于 30°，所以以 30°—10°的潜力很大。

在叶片受光面积增加的同时，叶面的受光量也相应按正弦定律减弱相同的倍数，即

$$I= I_0\sin a$$

式中：I—叶面光强；

I_0 —天顶直射光强；

a—叶片着生角。

一般认为，在玉米果穗以上的叶片着生角以 10 °为宜，中下部的叶片着生角较大为好。

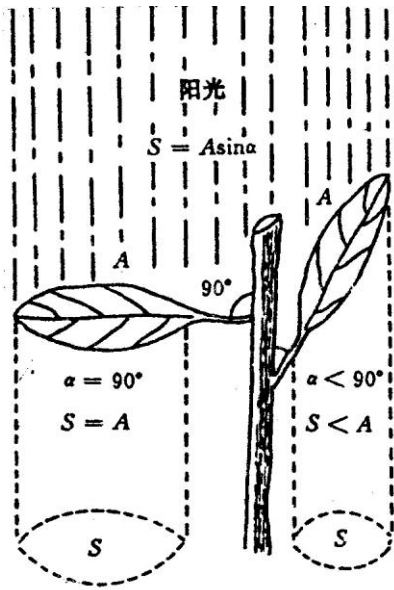


图 3-19 叶角度和遮阴面积的关系
A 叶面积 S 遮阴面积 a 着生角

(王荣栋等主编. 作物栽培学实验指导. 1998)

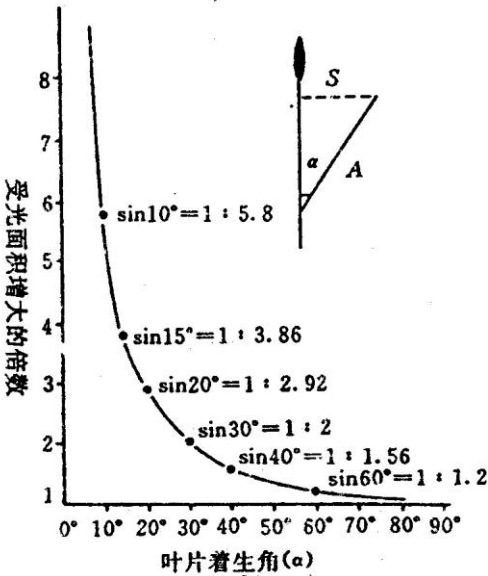


图 3-20 着生角和叶片受光面积的关系

挺立叶在早晚弱光下，与阳光接近垂直，可以充分接受光能进行光合作用，而在中午强光下，阳光斜射叶面，可以减少强光（伴随高温）的不利影响，如对光合的抑制等。因此，挺立叶的光合作用较强。

叶片着生角度和叶向值呈负相关关系。紧凑型玉米各叶片在茎秆上的空间分布近似“纺锤形”，果穗以上叶片的平均叶向值一般为 44.5—58.2，比平展型玉米大 60%—80%，果穗以上叶片上冲挺拔。紧凑型玉米穗位以上叶向值应大于 45，全株平均叶向值大于 35 以上较为理想。开花期紧凑型玉米穗位以上、穗位处和穗位下的透光率分别比平展型高 3.4%，40.4%和 83.6%。因此紧凑型玉米表现出的光合能力比平展型玉米大。

适宜的叶片着生角度，是一个较复杂的问题，不同作物、不同环境条件下都不相同，较难有统一标准。

试验六 水稻的生物学特征和籼稻和粳稻的识别

一、目的

认识水稻的根、茎、叶、花、果实的外部形态特征：掌握籼稻与粳稻、粘性与糯性的区别。

二、内容说明

（一）稻的植物学特征

1. 根：水稻根为须根系，由胚根和不定根组成。胚根只有一条，在种子发芽时，从胚处直接长出。不定根由茎的基部数个茎节上长出。从芽鞘节上长出的几条不定根与胚根一起形成整体似鸡爪形的根群，栽培上称鸡爪根。不定根上长出的枝根叫第一次枝根，第一次枝根上再长出的许多细小的根，叫第二次枝根，或叫细根、毛根。

从稻根的横剖面结构上看，根由表皮、皮层、中柱构成。在幼根中，皮层系多层由内向外，由小至大，呈放射状排列的薄壁细胞所组成。在老根中，由于根的老化，表皮消失，外皮层木栓化，成为保护组织，而皮层中的薄壁细胞则分化形成裂生通气组织。这个通气组织和茎、叶中类似的组织相连通，是地上部向根尖端输送氧气的通道，也是水稻能在有水层的条件下生长的内因。水稻幼苗的根裂生通气组织在三叶期才逐渐分化完成，因此，秧苗在三叶期前的水分管理应以间歇性浅灌方式进行。

2. 茎：由节和节间组成。茎秆中空细长，茎高 60-200cm，每茎有 10-18 节，多数茎节密集于茎秆基部，地面伸长的仅 4-6 节。茎高及节数因品种和环境条件而不同。每个节上都有一个腋芽，但通常只有接近地表的茎节腋芽能发生分蘖并可发生不定根。茎秆最上位的节叫穗颈节。向下到剑叶叶枕段为穗颈，向上至穗顶端谷粒稃尖处为穗长。

3. 叶：水稻的叶互生于茎秆的两侧，叶序为 $1/2$ 。稻谷发芽时，首先出现筒状的胚芽鞘，白色无叶绿素。接着出现的是一片只有叶鞘而无叶舌、叶耳和叶身的绿色不完全叶，以后顺次长出的才是完全叶。在观察叶龄或计算主茎叶片数时，是从第一片完全叶算起的。完全叶由叶鞘、叶身、叶舌、叶耳组成，叶身与叶鞘的交接处称为叶环（叶枕）。最上的一片叶称为剑叶（或顶叶），剑叶宽度及与主茎间形成的角度大小因品种而异，一般剑叶的叶片组织比下部叶片硬直，叶片较短。

4. 稻穗：为圆锥花序，穗的中轴叫穗轴，穗轴上的有穗节，各穗节上着生分枝又称第一次枝梗，第一次枝梗上再分出小枝，称为第二次枝梗。在第一次枝梗和第二次枝梗上分生出小穗梗，小穗即着生在小穗梗的顶端。每个小穗有 3 朵小花，但只有上部 1 朵小花能结实，下部的 2 朵小花已退化，各剩下一枚外稃，这两枚稃片退化，仅保留两个条形小突起，附着在结实花基部的两侧，又称护颖。位于小穗梗顶端的两颖片极为退化，仅见不明显的小突起，称副护颖。结实的小花有内、外稃（颖）各一枚，雄蕊 6 枚，雌蕊 1 枚和浆片 2 枚。雌蕊的柱头分叉，呈羽毛状。

5. 果实：谷粒内一般有糙米一粒，称颖果，由果皮、种皮、糊粉层、胚及胚乳等部分

组成。着生胚的一侧为腹部，其对侧为背部。背部有一条纵沟，称为背沟。腹部常有白色疏松的淀粉沉积称腹白，腹白的有无及多少，与品种和栽培的环境条件有关，腹白部分组织疏松，碾米时易形成碎米，出米率低。因此，腹白多的，米质就差。腹白延伸到米粒中央时，称为心白。二者统称为垩白。垩白占米粒的面积大时，米质差，碾米时易形成碎米，出米率低。米粒的颜色有白、红、褐、黑、紫等。

表 3-11 籼稻和粳稻的形态比较

形态特征		籼稻	粳稻
叶	宽度	较宽	较窄
	色泽	淡绿	深绿
	剑叶开度	小	大
	茸毛	较多	较少或无茸毛
稃毛		短而稀，散生在稃面上	长而密，集中生在稃棱上
芒		多无芒，有芒时多为直立性短芒	长芒至无芒，芒略呈弯曲状
粒形		细而长，稍扁平	短而宽，较厚
脱粒性		易脱粒	难脱粒
谷粒对石炭酸反应		能为石炭酸染色，染色较深	不为石炭酸染色或染色浅

(二) 籼稻与粳稻的主要区别 栽培稻（*Oryza sativa* L.）可分为两个亚种：

- 1. 籼亚种（*Oryza sativa* L. Subsp hsien Ting）
- 2. 粳亚种（*Oryza Sativa* L. Subsp keng Ting）

在植株形态上，籼、粳亚种的主要区别 籼稻与粳稻是由许多变种所组成的，依其胚乳的性质不同，又可分为糯性（糯稻）和非糯性（粘稻），两者的区别如下表。

表 3-12 粘稻与糯稻的区别

项目	粘稻	糯稻
胚乳颜色	白色半透明有光泽	乳白色不透明
胚乳成分	含 70-80%支链淀粉，20-30%直链淀粉	只含支链淀粉或含少量直链淀粉
饭的粘性	粘性小	粘性大
胚乳淀粉对 I-KI 溶液反应	吸碘性大，呈蓝色	吸碘性小，呈红褐色

三、材料及用具

籼、粳稻品种若干个，籼、粳稻幼苗（2-3 叶期）和刚抽穗的植株，籼、粳、糯稻的谷粒（各约 500g）和米粒（各约 250g）。

扩大镜、载玻片、镊子、单面切片刀、直尺、稻根（新、老根）及其横切面蜡封片，显微镜。

碘-碘化钾（I-KI）溶液：1.3g 碘化钾溶于 10ml 水中，再加 0.3g 结晶碘一并于碾钵中碾碎，转移入烧杯加热搅拌至溶解加蒸馏水定容至 100ml。配好后装入深色瓶中待用。

1%石炭酸液：石炭酸即苯酚。将苯酚置于 45-50℃水浴锅中加热熔化，然而加蒸馏水配成 1%的溶液待用。

四、方法与步骤

- （一）取水稻幼苗和刚抽穗的稻株，观察胚根、不定根、芽鞘、不完全叶、完全叶、剑叶，穗颈等部分。
- （二）取刚生长出的幼苗及较大的老根成熟段，用土豆切缝后夹入，作徒手切片，后用显微镜观察再与永久片比较。
- （三）观察稻穗、小穗、颖花和稻根的构造。取一个稻穗观察穗颈节，穗轴与穗轴节，第一、二次枝梗及小穗梗。取一个小穗观察颖片、退化花外稃，结实小花内外稃和稃尖、稃毛、芒，去壳观察米粒（颖果）的胚、胚乳、腹白与心白。取即将开花的小花观察花药、花丝、柱子、子房及浆片。取新根和老根横切面切片，在显微镜下观察通气组织。
- （四）取籼、粳亚种植株，比较观察形态特征 包括根、茎、叶、穗、谷粒等部分。观察谷粒长宽度时，可随机取种子 10 粒，先将它按长度排列（即谷粒的稃尖与谷粒的基部相接），用米尺量取长度，然后将 10 粒种子按其宽排列（即谷粒外稃与谷粒内稃相接），用米尺测量，均以厘米为单位，重复两次，然后求其平均数，并计算出谷粒长宽比。
- （五）测定籼粳谷粒对石炭酸的瓜 取灿粳品种若干个，各品种取试样两份，每份取谷粒或糙米 100 粒，谷粒在 30℃温水中浸 6 小时（糙米 2-3 小时）后滤去余水，再置于 1%石炭酸液中染色 12 小时，然后将石炭酸液倒出，用清水洗净种子，再放置在吸水纸上过 24 小时，观察染色情况。
- （六）测定粘、糯稻米的碘-碘化钾染色反应。取籼、粳型粘稻和糯稻种子，在米粒横断面上滴 I-KI 溶液一滴，观察着色情况。

五、作业

- （一）绘一水稻幼苗图，注明胚根、不定根、芽鞘、不完全叶和完全叶。
- （二）绘稻穗模式图，注明穗颈、穗颈节、穗轴，第一、二次枝梗、小穗梗、小穗。
- （三）绘一小花的解剖图，注明内稃、外稃、花药、花丝、柱头、子房、浆片。
- （四）将观察鉴别籼、粳亚种的结果填入下表。

表 3-13

材料 编号	叶的 形状 色泽 及顶 叶开 度	叶毛 的多 少	芒的 有无 及长 短	稃毛 状况	谷粒			脱粒 性	谷或糙米对石 炭酸反应（染 色程度）		亚种 （籼 稻或 粳稻）
					长度 (mm)	宽度 (mm)	长/宽		重复 I	重复 II	



（五）将观察鉴别粘、糯稻的结果填入下表

表 3-14

材料编号	胚乳色泽	淀粉遇碘反应	鉴别（粘或糯）

（六）思考题：腹白和心白对稻米品质有何影响？为什么会产生腹白（或心白）？在栽培上有何措施可以减轻或避免它的形成？

试验七 主要豆类作物的形态观察

一、目 的

- （一）观察食用豆类作物的一般植物学特征。
- （二）熟悉豆类作物果实和种子的结构。
- （三）根据种子、幼苗、叶、果实及成株，区分大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、赤豆、红豆、芸豆、鹰嘴豆等。

一、内容说明

食用豆类作物是双子叶显花植物，属豆科(Leguminosae)蝶形花亚科(Papilionaceae)，多为一年生或越年生。中国栽培的食用豆类主要有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、豇豆、赤豆、芸豆、扁豆、小豆、四棱豆、木豆、鹰嘴豆等。

（一）主要形态特征的识别

1. 根和根瘤

根属直根系，呈圆锥形，由主根、侧根、支根组成，一般主根入土较谷类作物深（绿豆的旱生型主根入土较深，中生型入土较浅）。在潮湿环境中，近地茎节上能长出不定根。食用豆类的主侧根上部长有根瘤，有效根瘤个大丰满，内部红色或粉红色，主要分布在主根上部；无效根瘤小而圆，白色或青灰色，主要分布在侧根梢端，根瘤大小、形态、数量、分布随豆类种类而异。如大豆根瘤为球形，蚕豆根瘤为圆或畸形，豌豆根瘤为扇形或掌形。

2. 茎

多为草质茎，柔韧，也有木质茎（如大豆），一般呈圆形或椭圆形，中实，但也有四方形，中空，如蚕豆、豌豆、小扁豆等；幼茎有绿、紫之分，有的光滑（豌豆），有的有茸毛

(大豆、绿豆、鹰嘴豆等), 有的有沟槽(豇豆、饭豆); 成熟茎呈灰黄、深褐、黑色(蚕豆); 主茎节数、分枝数、长度因种而异。茎有直立、蔓生等多种。

3. 叶

分子叶、单叶(初生真叶)、复叶十多种。子叶分出土和不出土两类: 子叶出土的有大豆、绿豆、扁豆、菜豆、刀豆、黑吉豆、瓜尔豆等; 子叶不出土的有蚕豆、豌豆、鹰嘴豆、小豆、小扁豆、饭豆、黎豆、四棱豆等。单叶对生、有或无托叶, 柄或退化为鳞片; 复叶互生或对生, 可分为三出复叶、羽状复叶和掌状复叶三种。小叶披针形、卵圆形或心形, 全缘或有齿或顶部小叶退化为攀援须(豌豆)。叶片光滑或有毛, 有的茸毛就是腺体所在(鹰嘴豆)。

4. 花和花序

花为蝶形花, 花瓣5枚, 花色有白、紫、红、黄、蓝等, 雄蕊10枚(9)+1二体。多数豆类为自花授粉, 也常有异花授粉(蚕豆、多花菜豆等)。花序顶生或腋生, 多为总状花序簇生, 也有单生(鹰嘴豆等)。

5. 荚果

呈扁平、直形、弯形、圆柱形或四棱形, 由一个心皮组成, 光滑或有毛, 有的有缢痕、纵脊条等。成熟时呈灰褐、褐、黄、黑等色, 能沿脊缝线裂开(炸荚)或不裂, 荚长和荚粒变化很大。

6. 籽粒

无胚乳, 种皮光滑, 个别的种皮皱缩(鹰嘴豆、豌豆), 形状有球形、椭圆、卵圆、扁圆、圆柱形、肾形、鹰嘴形等, 颜色有白、黄、赤、褐、绿、紫、黑、杂色相间等。种子上有脐, 其形状、颜色、大小、位置因种而异。

(二) 类型识别

1. 根据主茎与分枝的生长形态分类

(1) 根据主茎蔓性程度分

直立形 植株矮小健壮, 节间粗短, 株形紧凑。

半直立形 植株生长较健壮, 茎上部略成波状弯曲。

半蔓生形 植株较软弱, 茎节细长, 上部有轻度缠绕。

蔓生形 植株高大, 茎枝细长, 半直立或匍匐于地, 有强度缠绕。

(2) 根据主茎分枝多少分类

主茎形 不分枝或有1-2个分枝。

中间形 有3-4个分枝, 荚均分布在主茎和分枝上。

分枝形 有5个以上分枝, 并常产生二三次分枝。

(3) 根据分枝与主茎所成角度分类

开张式 主茎与分枝夹角大于45°, 上下松散。

半张开式 主茎与分枝夹角 30° 左右。
收敛式 主茎与分枝夹角 15° 左右，分枝短小，上下紧凑。

2. 按开花结荚习性分类

(1) 有限结荚习性茎顶生长点为花序代替，主茎粗短，豆荚集中于主茎上，中上部较多。

(2) 无限结荚习性茎顶无明显花簇，生长点无限生长，植株高大，旁枝发达，豆荚均匀分布于全株，顶端只结 1-2 个小荚。

(3) 亚有限结荚习性介于以上二者之间，只是茎顶端形成一串荚果，结荚率较高，似无限结荚习性。(参考教材第八章有关内容及图表)

三、材料及用具

- (一) 各种食用豆类的幼苗、植株、荚果、花、根及根瘤、种子（浸泡种子及干种子）实物和挂图、标本。
- (二) 扩大镜、镊子、米尺、刀片。

四、方法与步骤

- (一) 仔细观察各种豆类种子的外部特征（形状、大小、珠孔、合点、脐痕）和内部构造（胚珠、胚根、胚芽）及荚果形状。
- (二) 根据幼苗的特点：子叶出土与否，初生真叶的形状，托叶与叶柄的特征，复叶类型，小叶数目及形状，茸毛特征等，区别各种豆类作物。
- (三) 观察各豆类花的形状、结构、根系及根瘤特征。
- (四) 观察各豆类的株型及结荚习性，注意各类型间的差异。

五、作业

- (一) 将各种豆类作物的形态特征填入

表 3-15 豆类作物形态特征表

豆类名称	形态特征	幼苗		叶片						茎		荚果			籽粒					根瘤	
		子叶出土否	单叶与复叶否	单叶		复叶				断面形状	有无绒毛	形状	每荚粒数	荚面光滑否	形状	大小	种皮颜色	种脐颜色	种脐着生部位	形状	大小
				结构	形状	类型	小叶形状	小叶数目	叶面茸毛性												

- (二) 绘豆类作物种子、荚果外形及解剖图，并注明各部分名称。

表 3-16 豆类作物种子性状比较表

作物	学名	种子					种脐		
大豆	Glycine max	百粒重 (g)	形状		色泽		形状	色泽	着生位置

	(L) Merrill	14—24	球形，扁椭圆形，肾型，长椭圆形	黄，青，褐，黑，双色，茶褐，绿，花色	平，长椭圆形	黄，青，褐，蓝，黑等	沿种子较长的一边
豌豆	<i>Pisum sativum</i>	小粒型 15—18 大粒型 30—40	近球形，椭圆形光滑或皱或带棱	黄，黄绿，灰褐或带黑斑	平，椭圆	无色，褐黑	圆形中心
蚕豆	<i>Vicia faba</i> L.	60—120	扁平，椭圆，近扁圆，微有凹凸	褐，青绿，紫，红，灰白，紫黑	长椭圆	多为黑色	种子的一端
绿豆	<i>Vigna radiate</i> (L.)	2—8	近球形或段矩形，珠孔端尖略平，脐背棱明显	绿，黄绿，棕褐，有光泽	椭圆形	白色	沿种子较长的一边
豇豆	<i>Vigna unguicula</i> L.	10—20	多为肾形，椭圆形，圆柱形，球形也有	白，粉红，褐，黑，紫，橙底褐纹或紫	椭圆形	白色有紫或褐色脐环	同上
小豆	<i>Vigna angularis</i> (Willd) Ohwi & Ohashi	10—17	近球形，珠孔一端顶齐，脐背棱明显	红，绿，白，黄，褐黑，灰花，有光泽	长条形	白色	同上
普通菜豆	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	15—70	扁圆，卵圆，椭圆，肾形，长方形	白，浅绿，黄，褐，紫红，蓝，黑		白色，带色种子，有各种脐环	同上
小扁豆	<i>Lens culinaris</i> Medik	2—9	两面凸出似透镜形，表面光滑或有皱纹	黄，浅褐至褐色和黑色	窄椭圆形	与种子同色或稍淡	在边棱上

试验八 主要薯类作物的形态观察

一、目 的

- (一) 认识甘薯和马铃薯的形态特征，并了解结薯部位及其形成特点。
- (二) 熟悉马铃薯块茎的构造及其发育过程。

一、内容说明

薯类作物是一种具有肥大块根或块茎的作物，它包括的种类繁多，分属于不同科属，例如：甘薯（旋花科，甘薯属）；马铃薯（茄科，茄属）；芋头（天南星科，芋属）；山药（薯蓣科，薯蓣属）；菊芋（菊科，向日葵属）；木薯（大戟科，木薯属）；凉薯（豆科，豆薯属）。其中我国分布最广，栽培面积最大的是甘薯和马铃薯。

(一) 甘薯 (*Lpomoca batatas* L.)

旋花科草本植物。热带地区为多年生，能开花结实，在温带地区则变为一年生，多不开

花或仅开花而不结实，生产上主要采用无性繁殖。

1. 茎

蔓生，长 1-6m，因栽培条件及品种而异，依其长短可分为长蔓型（3m 以上）、中蔓型（1.5-3m）及短蔓型（1.5m 以下）。大多数的茎匍匐生长，少数品种茎短而丛生，呈半直立。茎圆形，表面光滑或有茸毛，茎中有乳汁管，切断时有白色乳液流出，内含丹宁，遇氧变黑色。茎上有节，每节生一叶，叶腋有腋芽，侧芽长成侧枝，每节都可生不定根，故可用茎扦插繁殖。

2. 叶

无托叶，具长柄，叶形多变异，有心脏形、戟形、鼻形等。因品种而异，叶缘有全缘、浅裂或深裂等。叶色有绿、紫绿、暗绿等。有些品种顶叶紫色，下部叶绿色，或叶脉、叶基、叶缘呈紫色，这些特点是鉴别品种的重要依据。

3. 花

聚伞花序，生于叶腋，花冠漏斗状，浅红或紫或白，雄蕊 5 枚，长短不一，柱头二裂，子房二室，自花不孕性很强，杂交率 90% 以上，故为一种典型的异花授粉植物。

4. 果实

圆形蒴果，一般有种子 2~4 粒。

5. 种子

黑色或黄褐色，呈梨形或不规则的三角形，种皮颇硬，不易吸水。

6. 根及块根

块根和茎节上都可产生不定根，这些根最初都为纤维状细根，外观上彼此并无多大区别，但在发育过程中，一部分根增粗不大，主要向纵深方向伸展，起吸收水分和养分的作用，通

常称为吸收根或纤维根；一部分根膨大形成块根；还有一部分根最初具有发育成块根的条件，开始增粗，其后在膨大过程中遇不良条件，停止膨大，形成筷子粗细的细长根，称为柴根和梗根，这种根木质化程度大，无食用价值。从内部解剖来看，一般中柱内初生木质部导管束数目多，输导组织发达的幼根易发育成块根。块根上有排列成行的侧根（通常 4-6 列），侧根基部凹陷，称为根眼。块根上能萌发不定芽和不定根，不定芽多发生于根眼周围，不定根则无一定位置，就一个块根来看，上部萌芽多于下部，发根则下部多于上部。块根形状因品种而异，有纺锤形、圆形、椭圆形、下膨纺锤形、筒形等。但薯形受栽培条件影响很大，如土壤水分充足则多为长形，干旱时则多为圆形。

（二）马铃薯（*Solanum tuberosum* L.）

茄科，一年生草本植物。

1. 根

用种子繁殖时生有主根和多数侧根。用块茎繁殖所发生的根，系由地下部茎节上长出，

为纤维状根，无主根与侧根区别，在土壤中分布较浅。根系入土深度因品种而异，一般早熟品种根系入土较中晚熟品种浅而分布幅度较窄。

2. 茎

可分为地上茎、匍匐茎和块茎三种。

(1) 地上茎

通常直立，有分枝，高度和分枝数因品种和栽培条件而异。茎一般为绿色，亦有呈浅红或紫色的。茎上被有茸毛和头状腺毛，幼茎上最多，老茎上则较稀少，茎上有棱线 3-4 条，棱线往往成翅状突起，沿叶柄基部两侧在茎上作直线着生或呈波状起伏。成年植株的茎节部坚硬，而节间中空，也有不中空而始终为髓所充满的。

(2) 匍匐茎

系由地下部茎节上的腋芽伸长而成，因近乎水平生长，故称匍匐茎。匍匐茎也能分枝，节上有鳞片状退化叶，块茎膨大后，鳞片状叶脱落而残留叶痕，因形似眼眉，故称芽眉，在芽眉上部凹陷处有休眠芽，称为芽眼。芽眼有深有浅，有的形稍凸起，依品种而异。人们食用的以芽眼浅者为佳。每个芽眼里通常有 3 个芽，1 个主芽，2 个副芽，也有多达 2 个以上的侧芽。在发芽时，其中仅有主芽萌发，其余则呈休眠状态。如萌发芽受伤，则其余芽代之萌发。芽眼在块茎上呈螺旋状排列，顶端较密，基部（与匍匐茎相接处）较稀。顶部芽具明显的顶端优势，发芽多而快。在黑暗中生长的芽黄化细长。在有光条件下生长的芽短而茁壮。

(3) 块茎

由地下匍匐茎末端膨大而成，为一缩短的变态茎。块茎的形状有圆、长、椭圆等，形状和大小因品种和栽培条件而异。块茎皮色有淡黄、白、红、灰等。肉色有白、乳黄、浅红或紫等。肉质黄色的品种含蛋白质较多。块茎形状、皮色、肉色都是品种特征。块茎表面粗糙或光滑，其上分布有浅色凸起的小点，即皮孔，块茎借此进行呼吸和水分蒸发。

地上茎有时也可产生块茎，特别是当地上部有机养料向下运输受阻时，或因缺乏匍匐茎或经人工切去匍匐茎时，地上茎叶腋中常产生绿色小块茎，称气生块茎，这种块茎不易膨大，而且内含大量有毒茄素（龙葵素），不能食用。

马铃薯块茎在发育、过程中，如遇高温干燥等不良条件，块茎即停止生长，皮层组织硬化，以后便失去继续膨大的能力；一旦遇雨，营养条件改善，养分重新转入块茎时，已停止生长的部分不能对这些养料再进行贮藏，而在以前尚未停止生长的部分仍能继续膨大，或由芽眼生出匍匐茎，再膨大形成各种畸形块茎。这种异常生长叫两次生长现象。

3. 叶

不完全单叶，有叶片、叶柄，无托叶，初生叶全缘，随着植株生长，便逐渐出现参差不齐，呈奇数羽状分裂叶。以茎中部的叶片叶裂较多而深，每叶顶端一裂片较大，其下有 3-5 对侧裂片和夹杂在其中的许多对小裂片，II } 裂的多少和裂片的稀密是区别品种的特征

之一。叶上被有茸毛，叶色有黄绿、深绿等。

4. 花序

为聚伞花序，花萼5片，基部联合，花冠合瓣，呈五角星状开裂，有白、浅红、紫红、蓝及蓝紫等色。雄蕊5枚，花药聚生。雌蕊1枚，柱头自聚药雄蕊当中的小孔中伸出，一般黄色和橙黄色的花药能形成正常花粉，尤以橙黄色花药产生的花粉生殖力最强。黄绿色和淡黄色的花药不产生花粉或产生少量不孕花粉。一般为自花授粉。

5. 果实

浆果，圆形或椭圆形，生育中为绿色，随着成熟逐渐褪色而为淡黄色，或暗灰色，子房二室，内含数粒至数百粒种子。肾脏形，千粒重0.7-1.5g，种子为淡黄色，表面粗糙，种胚弯曲。马铃薯植株的所有器官均含有一种具有特殊气味的葡萄糖生物碱，称为马铃薯素（或茄素），是一种有毒物质，以浆果中含量最多，见光的幼芽也多，其次为花、茎，未见光的块茎较少，但当曝光后，有毒物质含量均增多，在块茎中含量又以外皮部为多，愈向内愈少。

三、材料及用具

- （一）甘薯及马铃薯的完整植株及甘薯块根和马铃薯的块茎。
- （二）镊子、解剖刀、扩大镜。

四、方法与步骤

- （一）取甘薯块根和马铃薯块茎，观察芽发生的部位，比较二者的异同。
- （二）观察甘薯苗和薯块发根的部位。
- （三）观察马铃薯地下部根和匍匐茎着生部位及其结薯情况。

五、作业

- （一）绘马铃薯匍匐茎、块茎着生情况及块茎外部形态（含芽眼分布）图。
- （二）绘制甘薯叶片的几种主要形状（心脏形、三角形、掌状形）及马铃薯奇数羽状复叶一片。

试验九 主要杂粮作物的形态观察

一、目的要求

- （一）认识高粱的类型，了解高粱和玉米在苗期的区别；
- （二）认识谷子的类型，了解谷子和糜子在苗期的形态区别；
- （三）了解荞麦的类型。

一、材料及用具

高粱、谷子各种穗型，高粱和玉米的幼苗，谷子和糜子的植株，普通荞麦和鞑靼荞麦的植株及种子。

三、方法与步骤

（一）高粱（*Andropogon Sorghum*）

高粱的植物学特征是：茎的外部组织较致密坚硬，披有白色蜡粉，茎的断面较圆；其叶较狭窄，边缘较平直，叶面较光滑，但有蜡粉，主脉色较白，以及组织受伤后可以产生花青素而形成紫红色斑点等，这些特点是与玉米不相同的。根据高粱穗型可分为密穗与散穗两个亚种。密穗型又分为直密穗和鹅茎穗（穗茎顶端向下弯曲，穗下垂）二个类型；散穗型也可分为直散穗和侧散穗二个类型。这些亚种及类型的形态差别主要表现在花序结构上的穗茎顶端的弯曲与直立穗轴的长短、穗轴上分枝的稀密、分枝的长短（与穗轴的比例）及分散的方向等。

- 1. 选取高粱不同穗型，观察其形成各种穗型的原因，各绘一模式示意图，表明其特点。
- 2. 对比观察高粱和玉米的幼苗，将两者的差别填入下表。

表 3-17 高粱和玉米苗期形态区别

种类		高粱	玉米
特征			
茎 秆 、 叶 片	断面形状		
	表面有无蜡粉		
	宽窄及边缘特点		
	有无茸毛及蜡粉		
	主脉颜色		
茎叶上有无紫红色斑点			

（二）谷子

即粟（*Setaria italica*），属于禾本科(*Gramineae*)黍族(*Panicum*)粟属（*Setaria*）。生产中常用的还有黍稷(即糜子)(*Panicum miliaceum*)、稗(*Panicum frumetaceum*)、蜡烛稗(*Pennisetum typhoides*)和龙爪稗（*Eleusine coracana*）。

我国谷子的品种类型很多，按其穗形特点可分为纺锤形、圆筒形、圆锥形、棍棒形及异形五种，因其穗轴的第一次分枝和第二次分枝的分布、密度和长短以及穗轴是否分叉和分叉性状的不同区分。谷子和糜子在形态上主要差别见下表。

表 3-18 谷子和糜子形态主要区别

种类		谷子	糜子
特征			
茎		直立，一般较高，茎中空稍有髓，较细。分蘖节上无分枝	倾斜或直立，一般较低，节间中空，节上生短毛，较粗，分蘖节以上产生分枝
叶，叶鞘，叶片		有短茸毛或光滑。叶窄、色较深、茸毛少而短	密生长茸毛。叶宽、色较淡，茸毛多而长
花序及果实		枝梗密集，呈穗状，籽粒较小，无光泽	枝梗松散，籽粒较大，有光泽且光滑

- 1. 观察实验材料和标本，绘出谷子的穗形图，并简要说明各穗型形态形成的原因。
- 2. 观察谷子和糜子的幼苗、植株、穗及种子，找出它们之间的主要区别。

（三）荞麦

又称莠表，为蓼科(Polyqonaceae)荞麦属（FeqoPyrum），一年生草本植物。荞麦在生产中见到的有两种：即普通荞麦（Fagopyrum esculentum）或甜荞，籽实的品质好。另一种是鞑靼荞麦（Fagopyrum tartaricum）或称为苦荞，籽实带苦味。

实验时，将两种荞麦进行对比观察，参照表 3-19 找出它们的区别。

表 3-19 普通荞表和鞑靼荞麦的形态区别

种类 特征	普通荞麦（甜荞）	鞑靼荞麦（苦荞）
幼苗	子叶大，常有花青素色泽	子叶小，色由淡绿到浓绿
根系	没有菌根	有菌根
叶	三角形或戟形，基部有或无明显的花青素色的斑点	形状与普通荞麦相同，但较圆，基都常有明显的花青素色的斑点
茎	细长，常有棱角，浅红绿色	粗矮，常光滑，绿色
花序	总状花序，上部果枝为伞形花序	在所有果枝上有疏松的总状花序
花	较大，有香味，主为白色，也有玫瑰色或红色，两型花，适于异花授粉，自交不孕	较小，主为紫红色，也有淡黄绿色，无气味，有等长的雌雄蕊，适于自花授粉
果实	较大，显著三棱形，光滑，棱角踞显	较小，不显著三棱状。表面粗糙

四、作业

- （一）将观察到的谷子和糜子在形态上的区别列表表示。
- （二）将观察到的普通荞麦和鞑靼荞麦的形态区别列表表示。

试验十 玉米杂交种与自交系识别（育种）

一、目的

初步掌握玉米杂交种与自交系的区别，能够分辨出自交系与杂交种。

二、内容说明

玉米有很多品种，每个品种都有自己特定的特征特性。用来生产杂交种的自交系也有很多，每个自交系也具有自己的特征特点。自交系的纯度直接影响其生产的杂交种的纯度。

玉米自交系与杂交种识别要点主要集中在果穗与籽粒、幼苗和成株性状上。

玉米的果穗可分为圆柱型、长圆锥型和短圆锥形三大类。所谓圆柱型其果穗基部、中间、顶部粗度几乎相同，可进一步分为短圆柱和长圆柱型。长圆锥型果穗较粗，由基部向顶部逐渐变细，呈长圆锥状。短圆锥型同长圆锥型相似，均为果穗基部较粗，向顶部变细，但整个果穗较短，因而呈短圆锥型。

玉米籽粒颜色有白色、黄色、橙黄色、红褐色以及紫红色等。

玉米穗轴颜色分为白色和红色两大类，红色穗轴又根据其颜色深浅可以分为粉红色和紫红色等类。

玉米的籽粒依据其形态特征可分为马齿型、硬粒型和半马齿型三类。

籽粒形状分为扇形、梯形和圆形等。

三、材料与用具

玉米杂交种与自交系若干

四、方法与步骤

随机从送验样品中数取 400 粒种子,每次重复 100 粒,逐粒观察鉴定。主要依据种子大小、粒形、粒色、籽粒胚大小、胚乳粉质多少、籽粒顶部颜色与形状等形态特征进行鉴别。将杂交种与自交系种子分开,分别计数。

五、作业:

每组分别观察 1 份玉米杂交种和自交系种子,熟悉其特征特性后,将其按照一定粒数比均匀混合后,再从中分别挑选出杂交种和自交系种子。

试验十一 棉花的形态观察和四个栽培种的识别

一、目的

识别棉花的形态特征,掌握四大棉种的区别。

二、内容说明

棉花属锦葵科(Malvaceae)棉族(Gossypieae)棉属(Gossypium),是半灌木一年生或多年生植物,具有无限生长习性的特点。

(一) 棉花的一般形态特征

1. 根

直根系,由主根、侧根、支根组成,一级侧根多呈四原型,与主根近成直角向四侧长出。大部分根量分布于耕作层内。

2. 茎

圆形,直立,中实,嫩枝略呈棱柱形,常有茸毛,茎色有紫红、淡红、青色等。茎上有分枝,分果枝和叶枝两种,果枝为合轴枝,每节一叶,对生花器,与主茎所成的角度大,着生于主茎中、上部各节;叶枝为单轴枝每节只长一叶,不直接生长花器,与主茎夹角小,主要着生于主茎下部。根据上下分枝长短情况,棉花可分为塔型、筒型、丛生型三种株型;果枝又分零式、有限式和无限式三种类型,因种而异。

3. 叶

分子叶、先出叶、真叶三种。子叶大小、形状、色泽、厚薄、基部有否红斑等因种而异;先出叶有或无叶柄,无托叶,多为披针形、长椭圆形、龙船形,易脱落;真叶在主茎上呈螺旋形互生,完全叶,第 1~3 片真叶为心形,全缘,以上叶开始有缺裂,叶裂数目、深度因种而异。

4. 花

单生,无限花序,未开放之前称为蕾。发育成熟的花分五部分:

(1) 苞叶

着生在花的最外层，通常 3 片，近三角型，边缘有齿，深浅不等，也有全缘者。苞叶基部分离或联合，外侧基部有蜜腺或无。苞叶颜色有绿、深紫、微紫等。

(2) 花萼

围绕于花冠基部，由 5 个萼片组成杯形，基外侧和内侧均有蜜腺。

(3) 花冠

位于花萼之内，由 5 片花瓣叠旋而成，花瓣大小、颜色，基部有无红心因种而异。

(4) 雄蕊

由花丝和花药组成，共 60~90 枚，花丝基部联合成雄蕊管。花药肾形，花粉粒球形，表面有刺突，花粉颜色乳白至金黄色。

(5) 雌蕊

分柱头、花柱、子房三部分。子房有 3~5 室，每室含 7~11 粒胚珠；花柱常扭曲，浅白色，有油腺；柱头有刺和棱，棱数与心皮数相等。柱头分长、短两种，因种而异。

5. 果实朔果

通常称棉桃，圆形、椭圆形、卵圆形、三角形等，颜色有绿、红、紫等，果实大小、形状、室数、油腺分布及吐絮畅否因种而异。

6. 种子

外被有纤维，脱去长绒后的棉籽被有短绒的称为毛子，尖端有短绒的称为端毛子，无短绒的称为光子。短绒颜色有白、灰白、浅黄、灰绿或棕黄等。

7. 纤维

为单细胞，由胚珠表皮细胞伸长加厚而成，成熟的纤维呈扁平丝状，有扭转和中腔。纤维的长短、粗细、色泽等因种而异。

(二) 四个栽培棉种的主要区别

棉花的栽培种常见的有四个：陆地棉（*G. hirsutum*），海岛棉（*G. barbadense*），亚洲棉（*G. arboreum*）和非洲棉（*G. herbaceum*），其中，以陆地棉栽培为主，海岛棉主要在新疆种植。四个棉种主要从子叶、主茎中部叶、苞叶、花、铃、种子、纤维等方面加以辨别，见下表。

表 3-20 四个栽培棉种的形态区别

性状	陆地棉	海岛棉	亚洲棉	非洲棉
染色体数 n	26	26	13	13
子叶	近半圆，较大，绿色	半圆形，大而肥厚，深绿色	肾形，较小而薄，淡绿色	肾形，小而薄，色嫩绿
主茎中部叶片	中等大小，3~5 裂，中裂片宽三角形，裂口深≥1/2，鸡脚形棉裂深达 4/5，叶有长茸	最大最厚，一般光滑无毛，3~5 裂，中裂片长而尖，裂口深>1/2	较小，有短茸毛，长>宽，5~7 裂，中裂片矛头形，裂口深 1/2 ~ 4/5，鸡脚形裂片呈柳	小，有短茸毛，宽>长，3~7 裂，中裂片，矛头形、卵形等，裂口深≥1/2

	毛		叶形	
苞叶	心形，长>宽，裂齿尖长，基部分离，有蜜腺	心形，长宽近相等，裂齿尖长，基部分基部分离，有蜜腺	三角形，长>宽，全缘或略有粗齿，基联合，无蜜腺	三角或宽三角形，宽>长，齿宽三角形，基部联合，向外翻着，也有不卷者，无蜜腺
花	乳白色，通常无红色心，花中等大小，花药排列较稀，上部花丝比下部长	黄色，基部有红斑，花大，花药排列较密，花丝上下等长，柱头较长	鲜黄色、白色、红色、紫色等，基部有红心或白斑，花较小	鲜黄色，有红心，花小
铃	圆至卵圆形，铃面光滑，油腺不明显，4~5室，铃大	尖长形，铃面粗糙，有凹点，油腺明显，3~4室，铃中等大小，色暗绿	较尖长，下垂，铃面有小凹点，油腺不明显，3~4室，铃小，成熟时吐絮畅	圆或扁圆形，铃面光滑，油腺不明显，3~4室，铃小，成熟时开裂很小
种子	大，毛子，少有光子	大，光子或端毛子	小，毛子，或光子	小，毛子或光子
纤维	较细长	细长	短而粗	短而细

三、材料及用具

（一）陆地棉、海岛棉、亚洲棉、非洲棉的植株及花、铃、种子、纤维的实物和有关标本和挂图。

（二）解剖刀、显微镜、钢卷尺、镊子等。

四、方法与步骤

（一）以陆地棉为主，利用实物、标本、挂图，仔细观察棉株各部分形态特征：

1. 观察未经整枝的棉株，比较果枝与叶枝的区别。
2. 观察花、铃、种子的外部形态及内部结构。
3. 观察棉叶、茎的形态特征。
4. 在低倍镜下观察纤维的外形。

（二）根据四个栽培棉种的植株、标本，观察、分析、比较它们的主要区别。

五、作业

- （一）绘出棉花花的解剖图、铃的横切面图、种子的纵剖面图，并注明各部分名称。
- （二）根据观察结果，说明果枝和叶枝的区别。
- （三）根据四个栽培棉种形态观察结果，填写下表。

表 3-21 我国四个栽培棉种的形态区别表

棉种		陆地棉	海岛棉	亚洲棉	非洲棉
特征					
拉丁名					
植株大小					
子叶	形状 颜色 大小 有无红心				

中部 真叶	裂口形状 裂口深度 茸毛有无、长短 大小	
苞叶	形状 裂齿深浅（形状） 基部分离或联合 包铃紧密否 有无蜜腺	
花	花萼裂齿深浅 花瓣基部有无红斑 大小、颜色	
铃	形状、大小 室数 铃面平滑或凹点 开裂畅否	
种子	棉籽大小，短绒有无	
纤维	纤维长短、粗细 纤维光泽	

试验十二 甜菜的形态观察及块根含糖量的测定

一、目的

- （一）掌握甜菜植株各部分的形态结构。
- （二）观察甜菜块根内三生维管束环数的增加与叶龄间的关系。
- （三）掌握甜菜块根糖分的快速测定方法。

二、内容说明

甜菜为藜科(Chenopodiaceae)甜菜属(Beta)，甜菜种。种内又有野生种(B. maritima L.)和栽培种(B. vulgaris L.)之分。甜菜栽培种包括五个变种，其中，糖用甜菜(B. vulgaris L. varsacharifera Alef.)是经济价值最高的一个变种。其块根产量和含糖量都较高，块根含糖一般达 17%~19%，高者可达 20%~22%。

甜菜是两年生作物，第一年形成肥大的块根和繁茂的叶丛，第二年在通过阶段发育后，形成花茎，进而开花结实，完成生育全过程。

（一）甜菜的形态特征

1. 根甜菜根属于直根系的一种变态型，由主、侧、支根组成。在两对真叶左右随根内三生构造的形成、发育，主根上部逐渐膨大形成块根，块根分根头、根颈、根体三部分：

(1)根

头根头实为短缩茎，由子叶下胚轴形成，其上着生叶柄及腋芽。

(2)根颈

根颈位于根头与根体之间，上部以根头上最下部叶痕为界，下部至根沟顶端，整个生育期间，其上不长根叶。

(3)根体

根体是根颈以下至主根直径 1cm 之间的部分。1cm 以下的主根部分为根尾。根体两侧各有一条根沟，沟内生出大量侧根（极少部块根具有 3 条根沟），通常根沟与子叶展开的方向一致。

一般情况下甜菜根头与根颈占块根总长 20%~30%，根体占 70%~80%。

块根形状变种多样，常见的有楔形、圆锥形、纺锤形、锤形等，另外还有_些畸形根，如多头、多尾根、空心根、螺旋根等，根形具有遗传性。块根的根形与块根产量及含糖率有一定关系，一般纺锤形块根趋于丰产，圆锥形及楔形块根含糖较高，畸形根多质劣产低。

2. 叶甜菜叶分子叶与真叶两种。

(1)子叶

子叶两片，出土，叶形为长椭圆形。

(2)真叶

真叶为不完全叶，由叶片和叶柄组成，最初 4~6 叶对生，以后备叶互生，一般每株可长 50~70 片叶，全部真叶以 5/13 的叶序呈螺旋形地由外向内丛生于根头上。苗期及块根糖分积累期的叶片较小，中期长出的叶片较大。甜菜的叶柄发达呈肋骨状。甜菜的叶形变化极大，常见的叶形有心脏形、长椭圆形、团扇形、舌形、柳叶形等。叶缘波状或有齿或全缘。叶面平滑或具皱褶，叶色绿而有深浅之分，叶面及叶色差异与品种及栽培条件有关。

甜菜叶丛的姿态可分直立型（与地面呈 70° 左右的夹角）；斜立型（呈 30°~70° 夹角）；匍匐型（呈小于 30° 夹角）三种叶丛型。

3. 花枝和花经过阶段发育后，块根根头上的芽开始抽茎长出花枝（花茎或花茎），顶芽发育成主枝，腋芽发育成侧枝，其上再逐级分化出各级分枝，花枝一般高 1m 左右。根据花枝数目、形态，可将甜菜花枝分为三种类型即：①单枝型，种株上仅具一发达主枝；②混合枝形，种株上主枝发达，并有若干侧枝；③多枝型，种株上具 3~7 个健壮花枝，主枝不明显。

花：甜菜花为两性不完全花，每朵花由 5 个花萼、5 个雄蕊、1 个雌蕊组成。花萼绿色着生于子房基部，雄蕊与花萼对生，雌蕊位于中部由柱头（三裂）及子房组成，子房中位一室，蜜腺环绕子房基部周围。

4. 种子与种球甜菜果实俗称种球，按内含种子数目不同分单粒种种球与多粒种种球。多粒种种球为聚花果实，通常由 2~3 个多至 5 个单花果实聚合而成。甜菜种球外由宿生的木质化花萼包被，种球由果皮和种子组成，果皮质地坚硬，由果盖和果壳组成，每个果壳内含 1 粒种子，种子较小，呈肾脏形。种子由红褐色种皮、白色胚乳和胚（含 2 片子叶、胚芽、胚茎、胚根）三部分组成。

（二）块根内三生维管束环数增长与叶龄的关系

甜菜在 2 对真叶左右，根内开始形成三生构造，随之产生第一个三生维管束环，以后随叶龄不断增加，块根内也随之不断形成新的三生维管束环，从苗期到叶丛快速生长期，块根内的三生维管束环增长最快，以后逐渐减慢至最后停止。一般成熟块根内具有 8 ~12 环三生维管束环。由于甜菜块根内三生维管束环的环数及密度与块根含糖高低密切相关，因此，观察了解甜菜块根中三生维管束环环数增长与叶龄变化之间的关系对甜菜育种及栽培均有重要意义。

（三）块根中的糖分分布及糖分测定

蔗糖是块根中干物质含量的主体，但它在块根中的分布是不均匀的。从甜菜块根组织结构看，块根中三生维管束环上的含糖高于环间薄壁组织，而在三生维管束环上，三生维管束部分的含糖又高于束间薄壁组织，所以三生维管束环数多、密度大的块根含糖多，反之则低。从块根纵剖面看，根头含糖最低，根颈较高，根体最高，根尾较少；从块根横切面看，中心部分含糖较少，向外含糖量渐增至横切面中心与根皮间偏外 2/3 处含糖最高，再向外越近根皮含糖越低。

甜菜块根汁液中的可溶性物质由蔗糖及部分非糖物质组成，汁液中可溶性干物质的含量随块根的增长而逐渐增加，而且越近成熟的块根，汁液可溶物中的蔗糖含量越高，非糖物质越少。所以，用手持糖量计测出的数据实为块根汁液中可溶性干物质的百分率，即锤度，此锤度值乘以一个系数以后方为汁液的含糖率，即糖度。一般成熟的甜菜块根的锤度值乘以一经验系数 0.83，即可大致表示甜菜块根汁液的含糖率。

$$\text{甜菜汁含糖率} = \text{锤度} \times 0.83$$

三、材料及用具

（一）材料

1. 甜菜子时期幼苗及第一年生各叶龄（含 4~6 叶、10 ~15 叶、20~30 叶及成熟期）完整植株各 10 株；
2. 各种根型的块根若干；
3. 种球。 含单粒种、多粒种、机械包衣单粒种及浸泡后开始萌动的多粒种种球各 50 ~100 粒；
4. 第二年熟的采种株或花茎 5~10 株。

（二）用具

解剖刀（或菜刀）、小菜板、解剖针、扩大镜、取样杆（或打孔器）、压榨钳、手持糖量计、蒸馏水、干净纱布、擦镜纸、小纲尺。

四、方法与步骤

（一）观察甜菜植株形态特征

1. 观察块根时，将不同叶龄植株按叶龄由小到大顺序分别测其块根直径后，将块根从

根颈与根体交界处横切成薄片，将薄片对着阳光用肉眼观察块根三生维管束环数及三生维管束在三生维管束环上的分布情况。

- 2. 将成熟块根进行纵切和横切，观察其内部构造。
- 3. 从第一年生甜菜植株上观察比较甜菜前、中、后期长出的叶片，在形态、大小、厚薄等方面的差异。
- 4. 观察比较甜菜采种株下、中、上各部叶片，叶形变化及花茎上种株着生的情况。
- 5. 观察甜菜多粒种种球外形、构造，并取浸泡后的种球用解剖针挑开果盖，取出种子用扩大镜观察种子的形态及构造。

（二）块根糖分的测定

甜菜糖分含量的测定原理是根据不同浓度的含糖溶液，具有不同的折光率这一物理性质进行的，其具体方法有：

- 1.手持折光镜法
- 用取样杆（或打孔器）从已洗净擦干的具有代表性的甜菜成熟块根的根头下部与块根中心线呈 45。角钻孔至块根中心，取出 5 ~ 8mm 粗的圆柱条，放入压榨钳内榨 1 出甜菜汁液，迅速滴 1~2 滴于校正好零点的手持糖量计的三棱镜面上，合上盖板使汁液均匀分布于镜面，将仪器的进光窗对准光亮处，调节目镜视度圈使视场内明暗分界线清晰可见后，观察到的明暗分界线处相应的刻度数即为所测汁液的锤度值。此值乘以系数 0.83 即为该块根汁液的含糖率（糖度）。

- 在用手持糖度计测定块根糖分过程中，为减少测定误差，须注意以下几点：
- （1）取样杆取出的样条应全部放入压榨钳内榨汁。
 - （2）测定过程中每次测定前，必须用清水和蒸馏水分别洗净压榨钳和糖度计的三棱镜面并擦干后方可测定。
 - （3）测前或测定过程中须对糖量计进行零点校正。其方法是：在擦净的糖量计三棱镜面上滴 1~2 滴蒸馏水，合上盖板，观看视场内明暗界面是否与 0 点线重合，若未重合，则用小螺丝刀转动仪器上的校正螺丝，调整至二者重合为止。
 - （4）温度校正。由于室温的高低会影响溶液的折光率，所以，若测定不是在室温 20℃ 条件下进行的，所测出的锤度数据应按《手持糖量计读数的温度修正表》（下表）进行数据校正。

表 3-22 手持糖量计读数的温度修正表

浓度 温度	0	5	10	15	20	25	30	35	附 注
10	0.50	0.50	0.58	0.61	0.64	0.66	0.68	0.70	从减 实去 测左 度侧 数数
11	0.44	0.49	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.69	
12	0.42	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	
13	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.49	0.50	

14	0.33	0.35	0.37	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	中值
15	0.27	0.29	0.31	0.33	0.34	0.34	0.35	0.36	
16	0.22	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.28	0.29	
17	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	
18	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	
19	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	从加 实上 测左 度侧 数数 中值
22	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	
23	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	
24	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.37	
25	0.33	0.35	0.35	0.37	0.38	0.38	0.39	0.40	
26	0.40	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	
27	0.46	0.50	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	
28	0.58	0.57	0.60	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	
29	0.64	0.66	0.68	0.69	0.71	0.72	0.73	0.73	
30	0.72	0.74	0.77	0.78	0.79	0.89	0.80	0.81	

2.检糖计法

(1) 取样：每份样品取样40~50个甜菜，每个甜菜洗净后沿纵向切成均等的两瓣，用特制的三角形甜菜擦子擦其切面，擦下来的甜菜丝充分拌和均匀，用1/100的天平称取3份样品，每份26g。

(2) 浸提和过滤：将称好的甜菜丝装入205ml的定量糖瓶中，再加入7ml醋酸铅原液，最后加热水至刻度，震荡后置于85℃的水浴锅中。瓶内温度维持75~80℃之间，经半小时后取出冷却，当温度下降至20℃时，加入几滴乙醚，驱散液体中气泡，再加水至标线，然后进行过滤。

(3) 检糖：将溶液装入200ml长的观测管中，置于检糖计上观察，其读数乘2，即为含糖百分率。

如果没有检糖计，可用普通圆形刻度的旋光计代替，以下列公式计算甜菜含糖率。

$$\text{甜菜含糖率 (\%)} = \frac{0.75 \times b \times a}{0.26}$$

式中：a—旋光计上的读数

b—多于100ml的稀释系数

上述方法提取的糖液稀释系数为2，故：

$$\text{甜菜含糖率 (\%)} = \frac{0.75 \times 2 \times a}{0.26} = 5.7692 \times a$$

即：旋光计上的读数，乘以常数5.7692，就是含糖率。

3.清水比重法

此法测定甜菜含糖率的依据是：甜菜根中水分及纤维素含量变化都很小，而且水的比

重为1，因此，根中蔗糖含量愈多，比重就愈大。利用比重法可间接测出根中的含糖率，是一种简便易行的方法。

先将甜菜上的泥土洗净，在空气中称重，再装入铁篓内，放入水中称重，则甜菜比重为：

甜菜比重 = $\frac{\text{空气中根重量}}{\text{空气中根重量} - \text{淹水根重量}}$

然后查附表2得出含糖率。

注意：①所用水必须清静，测定过程中要经常换水，以减小比重差。②水中称重时，铁丝篓要位于水桶中央，不能靠在桶壁上。

表 3-23 甜菜块根比重与含糖率关系

块根比重	含糖率%	块根比重	含糖率%	块根比重	含糖率%	块根比重	含糖率%
1.011	11.05	1.036	14.30	1.061	17.55	1.086	20.80
1.012	11.18	1.037	14.43	1.062	17.68	1.087	20.93
1.013	11.31	1.038	14.56	1.063	17.81	1.088	21.06
1.014	11.44	1.039	14.69	1.064	17.94	1.089	21.19
1.015	11.57	1.040	14.82	1.065	18.07	1.090	21.32
1.016	11.70	1.041	14.95	1.066	18.20	1.091	21.45
1.017	11.83	1.042	15.03	1.067	18.33	1.092	21.58
1.018	11.96	1.043	15.21	1.068	18.46	1.093	21.71
1.019	12.09	1.044	15.34	1.069	18.59	1.094	21.84
1.020	12.22	1.045	15.47	1.070	18.72	1.095	21.79
1.021	12.35	1.046	15.60	1.071	18.85	1.096	22.10
1.022	12.48	1.047	15.73	1.072	18.98	1.097	22.23
1.023	12.61	1.048	15.86	1.073	19.11	1.098	22.36
1.024	12.74	1.049	15.99	1.074	19.24	1.099	22.49
1.025	12.89	1.050	16.12	1.075	19.37	1.100	22.62
1.026	13.00	1.051	16.25	1.076	19.50	1.101	22.75
1.027	13.13	1.052	16.38	1.077	19.67	1.102	22.88
1.028	13.26	1.053	16.51	1.078	19.76	1.103	23.01
1.029	13.39	1.054	16.64	1.079	19.89	1.104	23.14
1.030	13.52	1.055	16.77	1.080	20.02	1.105	23.27
1.031	13.65	1.056	16.90	1.081	20.15		
1.032	13.78	1.057	17.03	1.082	20.25		
1.033	13.91	1.058	17.16	1.083	20.41		
1.034	14.04	1.059	17.29	1.084	20.54		
1.035	14.17	1.060	17.42	1.085	20.67		

五、作业

（一）绘出甜菜块根外形及横切面和纵切剖面示意图，并标明各部分名称。

(二) 绘出甜菜种球及种子剖面图，并标出各部分名称。

(三) 将观察到的块根直径及三生维管束环数随叶龄变化结果填入下表：

表 3-24 甜菜块根直径及三生维管束环数与叶龄的关系

植株叶龄数	4~6	10~15	20~30	40~50	成熟块根
块根直径 (mm)					
块根中三生维管束环数 (个)					
结论					

(四) 将手持糖量计所测块根各部分糖分含量填入下表：

表 3-25 甜菜块根糖分含量表

根 号	所 测 部 位	糖 分 含 量 (%)				备 注
		全根平均	根 头	根 颈	根 体	
1						
2						
3						

试验十三 加工番茄的形态观察

一、目的

了解加工番茄的植物学形态特征

二、内容说明

加工番茄，是普通番茄（*Solanum lycopersicum*）中的一种栽培类型，主要特点是矮化自封顶，不搭架不整枝栽培，在我国主要集中在新疆，逐渐发展到内蒙、甘肃、宁夏等地，主要用途是送入加工厂加工处理，处理产品主要是番茄酱，另有番茄干、番茄粉、番茄红素等产品。

(一) 加工番茄植物学形态特征

1. 根

直根系，主根入土深，侧根发达，分布较广，结果盛期，主根能入土 150 厘米左右，侧根展开幅度可达 250 厘米左右根系较庞大，但大多根群分布在 30~50cm 的土层中。再生能力强，番茄在根茎和茎上，特别是在茎节上很容易生出不定根，且伸展很快。此特性使其扦插繁殖比较容易成活。

2. 茎

茎分枝数多，匍匐、直立或半直立生长，茎基部木质化，高 0.3~9.0m。茎、枝密生泌腺和腺毛，能分泌具有特殊气味的汁液。茎的分枝能力强，茎节上易生不定根，茎易倒伏，触地则生根，所以番茄扦插繁殖较易成活。

3. 叶

叶互生，为单中羽状深裂或全裂，有小柄。每叶有 3-9 对小裂片，小裂片的大小、形状依叶片着生的部位而异，第一、二片叶的小裂片小，数量也少，而随着叶位上升裂片数

增多。一般小裂片为卵形或椭圆形，叶缘齿形，黄绿、绿或深绿色。叶上密生泌腺和腺毛，能分泌具有特殊气味的汁液，具避虫作用，能防止某些害虫的为害。

4. 花

番茄的花为完全花，自花授粉，总状花序或聚伞花序。花序着生节间，花黄色。每个花序上着生的花数品种间差异很大，一般 5-8 朵不等，少数小果型品种可达 20-30 朵。有限生长型品种一般主茎生长至 6-7 片真叶时开始着生第一花序，以后每隔 1-2 叶形成一个花序，通常主茎上发生 2-4 层花序后，花序下位的侧芽不再抽枝，而发育为一个花序，使植株封顶。无限生长型品种在主茎生长至 8-10 片叶，出现第一花序，以后每隔 2-3 片叶着生 1 个花序，条件适宜可不断着生花序开花结果。番茄为自花授粉作物，天然杂交率低于 10%。番茄花柄和花梗连接处有一明显的凹陷圆环，叫“离层”，离层在环境条件不适宜时，便形成断带，引起落花落果。

5. 果实

果实为浆果，果肉由果皮及胎座组织构成，栽培品种一般为多室。果实多数椭圆形，也有方形和长椭圆形等，肉质而多汁，鲜红色，光滑，比普通栽培番茄略小，一般 30 克至 120 克，果皮比普通栽培番茄厚，耐贮藏运输。

6. 种子

种子成熟比果实早，一般授粉后 35-40d 具有发芽力，40-50d 种子完熟，种子扁平、肾形，灰黄色，千粒重 3.0~3.3g，种子发芽年限能保持 5-6 年，但 1-2 年得种子发芽率最高。

（二）加工番茄生育时期观察

番茄在热带是多年生草本植物，而在温带有霜地区则作为 1 年生栽培，其生长发育过程有一定的阶段性和周期性，大致可分为发芽期、幼苗期、开花期和结果期 4 个不同的时期。

1. 发芽期：从播种到第一片真叶出现（破心）。在正常温度条件下这一时期为 7~9 天；从种子吸水萌动到子叶展开、真叶显露，为发芽期。在正常温度下，从播种到真叶破心时一般需要 10-14 天。如温度过低，出苗就缓慢。种子从开始发芽到子叶展开属于异养生长过程，其生长所需的养分由种子本身来供应，即由发芽期进入幼苗期。

2. 幼苗期：是指从第一片真叶出现至第一花序现蕾。此期适宜昼温为 25~28℃，夜温为 13~17℃。此期地温对幼苗生育有较大的影响，适宜的地温应保持在 22~23℃；始花座果期是指从第一花序现蕾至座果。这个阶段是番茄从以营养生长为主过渡到生殖生长与营养生长同等发展的转折时期，直接关系到产品器官的形成及产量。

3. 开花期：从现花蕾到第 1 花序果实坐住为开花期，时间上约需 15-30 天。这一时期的植株除了继续进行花芽和叶芽的分化与发育外，营养生长也十分旺盛，外观上表现为株高增加，叶片不断长大。因此，在这个阶段要调节好营养生长和生殖生长的关系，既要使

营养生长充分、叶片肥厚、茎秆粗壮、根深叶茂，又要避免徒长，防止落花和延迟开花结果。

4. 结果期：从第一花序着果到采收结束（拉秧）。这一时期果、秧同时生长，解决好营养生长与生殖生长的矛盾，是这一时期的关键要务。

三、材料及用具

（一）加工番茄的植株及花、果实、种子的实物和有关标本和挂图。

（二）解剖刀、显微镜、钢卷尺、镊子，放大镜等。

四、方法与步骤

（一）利用实物、标本、挂图，仔细观察加工番茄各部分形态特征；

（二）从发芽期到结果期进行田间观察记载不同品种加工番茄生育时期，进行比较分析。

五、作业

（一）绘出加工番茄花的解剖图、果实的横切面图、种子的纵剖面图，并注明各部分名称。

（二）根据加工番茄形态观察结果，制表罗列加工番茄根、茎、叶、果实及种子形态特征。

（三）制表记载不同品种生育时期，说明各品种生育时期的差异及栽培管理注意事项。

试验十四 油料作物的形态观察

一、目的

了解向日葵、红花、胡麻等新疆几种主要油料作物的形态特征，识别其主要类型和学习其经济性状的分析方法：

二、内容说明

（一）红 花（*Darthus tinctorius* L.）

1. 根直根系，分枝较少，但发育良好，入土很深，抗旱力级强。

2. 茎直立，茎表面光滑无毛，有分枝，高度因类型及栽培条件不同而变化于 50~140 cm 之间。

3. 叶 片光滑无柄，绿色，呈披针形、椭圆形或长卵圆形，叶缘呈锯齿状，有刺或全缘无刺，叶片宽度沿茎枝自下而上逐渐变小，直至转变为花序外面的叶。

4. 花序着生于茎和分枝的顶端，为头状花序。花序外围生有两列苞叶，其里面一层包裹得极为紧密，使种子不易散落。每一花序包有 25 ~ 70 朵花，每一花以后结成种子（果实）1 粒。花为管状花，花冠 5 瓣，黄或橙红色。雄蕊 5 枚，子房一室，花柱细长。

5. 果实瘦果，一般白色，表面光滑而具光泽，略呈卵圆形的四棱形，有稍为凸起的棱线。果壳坚硬，不易开裂，果壳重量占瘦果重量 45% ~ 60%，瘦果千粒重 35 ~ 69g。

6. 种子 由种皮、子叶、胚三部分组成。种皮极厚，白色或淡褐色，子叶 2 片，富含油分，胚被于二片子叶之间。

栽培红花种类繁多，生产上栽培最普遍的有两类，即无刺红花和有刺红花。无刺红花无论从质量和产量上均较有刺红花为优。两类红花主要性状区别，见下表。

表 3-26 有刺红花和无刺红花的主要性状区别

主要形状	有刺红花	无刺红花
植被株高	70~90	80~140
苞叶形状	披针形	椭圆形
苞缘特征	有锯齿和刺	全缘无刺
花 色	黄色、凋谢后橙红	桔黄色、橙色、凋谢后红色
种子千粒重 (g)	30~56	35~65
种子皮壳率 (%)	30~60	35~50
种子含油量 (%)	30~45	18~40

(二) 向日葵 (*Helianthus annuus* L.)

- 1. 根 直根系，侧根多，主根入土很深，达 2.5m 以上，主要侧根集中于土壤表层。根系发达，抗旱力很强：
- 2. 茎 直立，粗糙，遍被短粗刚毛，成熟时略木质化。茎内为海绵状的髓所充满，但髓心中空，大多不分枝或以上部叶腋分枝。
- 3. 叶 植株下部有对生叶 4~8 对，其上则互生。叶具长叶柄，叶上密生茸毛，缘有锯齿而粗糙。中部叶最大，叶呈椭圆形或心脏形。
- 4. 花头状花序，形如圆盘，花盘呈隆起的馒头形或扁平状，为一巨大花托。外围为多层苞叶所包围，盘上生有很紧密并排列整齐的花。花有二种，一种是位于花盘周围的舌状花，有 1~3 圈，花瓣大，包深黄或浅黄，缺雄蕊，中性，为不孕花。另一种是分布在中部的管状花，花较小，具花萼 2~4 片，花冠 5 瓣合生，基部膨大，子房下位单室，柱头二裂。雄蕊 5 枚，花丝分开，花药合生，开花顺序由外层向中心。
- 5. 果实 瘦果，有棱或无棱，具有木质坚硬果皮，呈扁楔形，色灰白或黑及黑色条纹。其形状、大小随品种及类型而异，一般食用种皮壳率高，油用种低，前者果实较大，后者果实较小，千粒重 70~100g。果实含油量 29% ~400%。
- 6. 种子俗称种仁，白色。种子最外部为一膜状种皮，种内主要为二片含油子叶构成的胚。种仁含油量 40% ~50%。

在生产上，根据瘦果大小和经济价值及用途，一般可分三种类型：

- (1) 食用向日葵茎粗而高，可达 2~3m，叶宽大，繁茂，花盘也大，直径可达 20 ~45cm。一般每株仅一个花盘，瘦果大，长 15 ~25mm，宽 7.5~12mm。果皮粗糙而厚，棱角明显，千粒重 100g 以上。果实皮壳率高达 45% ~56%，或更多。种仁在瘦果内不饱满。
- (2) 油用向日葵（油葵） 茎秆较细小，高度一般不超过 1.5~2.0m，茎单生有分枝，花盘较小，直径常不超过 20cm。瘦果较小，长 7~10mm，宽 4~ 7mm，千粒重常在 75g 以下，果皮薄而光，皮壳率 25%~40%，种仁饱满，充满整个瘦果空腔，瘦果含油率 40%~50%，出油率 35%~40%，或更高。

(3) 中间型向日葵 此类向日葵的各种性状均介于油用向日葵和食用向日葵之间。植株高度 2~3m，茎较粗，叶较大，分枝较少，花盘中等大小，直径 20 ~ 30cm，瘦果大小中等，千粒重 70 ~100g，腰壳较厚，棱角微显，皮壳率 42%~ 50%，种仁饱满度中等。种仁占瘦果空腔容积 3/4 ~ 4/5，瘦果含油量介于上述两类向日葵之间：

(三) 亚麻（胡麻）(Linum usitatissimum)

1. 形态特征
- (1) 根 直根系，主根细长，侧根多而纤细，抗旱力较强。
- (2) 茎 高度多在 30 ~ 80cm，茎变黄之前茎表面有蜡质，茎皮细软柔韧，茎的分枝性较强，分枝多少常随种植密度而变化，密变大，分枝少。
- (3) 叶 真叶披针形，尖锐，叶两有蜡质，互生于茎上。每茎有叶 60~120 叶。
- (4) 花 伞形总状花序，花冠一般由 5 片浅蓝色、基部渐缩小的花瓣组成。雄蕊 5 枚，花药通常为蓝色或黄色，子房五室，具有 5 个花柱。
- (5) 果实 蒴果，每果内有五室，每室又为半隔膜分为二小室，发育完全的蒴果，每小室内具 1 粒种子，一般每果有 8~10 粒种子。主茎分枝上的果粒数较主茎上的为少：
- (6) 种子 扁平形，表面光滑细小，千粒重 4~8g，种子含油量在 350% ~ 45%。

2. 类 型 根据亚麻的形态特征和经济性状，可分为三个类型：
- (1) 油用类型 工艺长度 40cm 以下，分枝强，单株茎秆数 4~5 个，单株蒴果数 30 ~ 50 个，千粒重 8g。
- (2) 纤用类型 工艺长度 55cm 以上，不分支，单株蒴果数少，千粒重 5g 以下。
- (3) 兼用类型 工艺长度 40~55cm，分枝弱，单株蒴果数及千粒重都居中。 ，

三、材料及工具

油菜、向日葵、亚麻及红花的种子、幼苗以及成熟时的植株若干。卷尺、放大镜、天平 等。

四、方法与步骤

- (一) 根据标本和实物，观察红花形态特征，并比较有刺红花和无刺红花的区别。
- (二) 仔细观察比较三种类型向日葵，重点比较其花盘及种子的不同。

五、作 业

- (一) 绘两种红花叶片图。
- (二) 将三种类型的向日葵观察结果填入表 3。

表 3-27 三种类型向日葵比较

类型	食用型	油用型	兼用型
项目			
植株高度 (cm)			
茎秆粗度 (cm)			
分枝多少			
叶的大小及繁茂程度			

花盘大小			
种子长度 (mm)			
种子宽度 (mm)			
种子形状			
千粒重 (g)			
果皮特征			
果仁特征			

试验十五 棉花花芽分化的观察

一、目的

通过对不同叶龄棉苗解剖观察，正确识别叶芽和花芽，观察了解顶芽分化和花芽分化过程及各时期形态特征，初步掌握观察解剖棉花顶芽、花芽分化的操作方法。

一、内容说明

(一) 顶芽分化过程

棉花主茎生长点边缘发生的叶原基突起至叶展平称顶芽的叶原基分化过程。可分为叶原基突起、分化、成形和展平四个时期。

1. 叶原基突起

指主茎生长点边缘的突起，外观无色透明，内部细胞处于旺盛分裂。一般棉株顶端生长点内有 2 个叶原基突起。(图 3-21)

2. 分化叶

叶原基开始伸长，裂片开始分化，叶肉细胞进行大量分裂，油腺、茸毛不明显，一般棉株生长点内有 2-3 个分化叶。

3. 成形叶

裂叶分化完成，油腺、茸毛明显，叶肉细胞伸长，叶体逐渐长大。各项栽培措施对成形叶的生长影响较大，故可称为措施的后效应Ⅱ十。不同叶龄期，成形叶数各不相同，4 叶龄期以前 1-3 片，5-8 叶龄期 4-5 片，9-15 叶龄期，5-6 片。

4. 展平叶

叶面积迅速增大，包卷状逐步展开，直到叶基点两外侧裂叶平展为准，并作为叶龄的起点。

根据北疆车排子试验站邵庆敏两年对新陆早 1 号解剖观察结果，列于表 3-28。棉花主茎

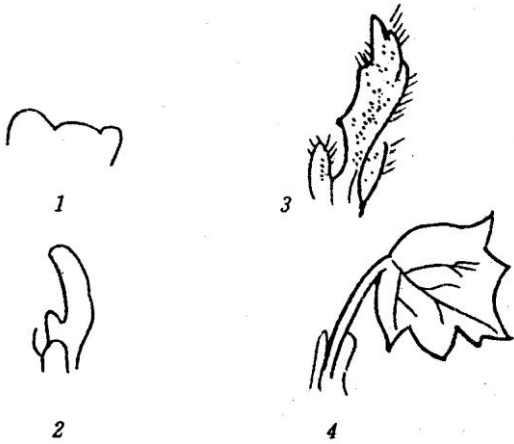


图 3-21 棉花主茎叶的叶原基分化进程图

1. 叶原基突起；2. 分化叶；3. 成形叶；4. 展平叶
(王荣栋等主编，作物栽培学实验指导，1998)

叶龄与叶原基数的同伸关系(见表 3-29)，月 N 表示主茎总叶数，n 表示叶龄，n’表示叶原基数。

表 3-28 棉花主茎叶分化过程及腋芽分化叶位
(王荣栋等主编，作物栽培学实验指导，1998)

叶龄	子叶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
叶原基突起	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
分化叶	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
形成叶	0	1	2	3	3	4	4	4	4	4	6	6	6	6
叶原基总数	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10
主茎总叶数	4	6	8	10	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23
腋芽分化叶位	2	4	6	8	10	12	13	14	15	16	18	19	20	22

表 3-29 棉花主茎叶龄与叶原基数的同伸关系
(王荣栋等主编，作物栽培学实验指导，1998)

叶龄 (n)	主茎叶原基数 (n')				主茎总叶数(N)
	形成叶	分化叶	叶原基突起	总数	
子叶期		2	2	4	4
1—3	1—3	2	2	n+4	2n+4
4—9	3—4	3	2	8—9	n+9
10—18	6	2	2	10	n+10

(二) 叶芽、花芽原基及区别

棉花的腋芽可分为叶芽和混合芽。叶芽只分化叶原基，以后长成叶枝或赘芽；混合芽则在分化叶原基的同时，又分化花芽，以后发育成果枝，有时还发育成亚果枝。一般腋芽分化比叶原基分化迟 2 个叶龄（见表 3），如总叶数为 10，腋芽分化叶位 10 -2=8。一般新陆早 1 号第 1 果枝着生的节位为 4—7，也就是主茎第 4—7 叶以上的腋芽可发育成果枝。果枝顶芽可发育成花芽原基。在 40-80 倍解剖镜下观察叶芽和花芽的形态不同，区别见表 3-30，叶芽体小，呈不透明绿玉色，而花芽体大，呈现半透明的钝圆锥体。

表 3-30 棉株叶芽和花芽形态特征及区别

比较内容	叶芽	花芽
一般发生节位	主茎 4-7 节以下	主茎 4-7 节以上
腋芽生长锥形状	扁圆球形	钝圆锥体、较叶芽大
腋芽生长锥颜色及透明度	绿玉色、不透明	浅黄色、稍透明
腋芽生长锥分化特点	生长锥不伸长,不断分化叶原基和叶芽原基或呈休眠状	当第 2 个叶原基分化出托叶时,第 3 片叶原基未出现,生长锥伸长,呈圆锥体。

(三) 花芽原基分化过程

棉花的花器官构造包括苞叶、花萼、花瓣、雄蕊、雌蕊，其分化过程是由外向内作向心式分化。根据花芽分化过程中的形态变化，花原基分化的顺序是以每一种花器原基的出现为起点，棉花的花芽分化过程可分为 6 个时期，见图 3-22。

1. 花原基伸长期

腋芽原基分化一个先出叶原基和一个真叶原基后，当真叶原基分化出裂片原基时，顶端生长锥明显膨大，呈圆柱形突起（图 3-22 -a）

2. 苞叶原基分化期

花原基伸长膨大不久，在真叶原基对面，花原基的中上部，首先分化出一个边缘光滑成半椭圆形环状的苞叶原基，接着分化第二、第三个苞叶原基；3 个苞叶原基形状相似，生长迅速，其边缘出现苞齿（3-22-b）。

3. 花萼原基分化期

3 个苞叶原基分化不久，在花原基周围形成环状突起，即为花萼原基开始形成，此时剥去苞叶的花原基，犹如一只碗里装了一个球体，从侧面观察，球体半露在碗边上面（图 2- c）。

4. 花瓣原基分化期花萼原基形成后，花瓣原基—雄蕊管原基共同体在花原基顶端膨大成圈状突起，以后在圈状突起的外侧形成 5 个花瓣原基突起，并和 5 个萼片突起交错排列，剥去萼片便露出花瓣原基（3-22-d）。

5. 雄蕊分化期 5 个花瓣原基突起后，在每个突起的内侧分化成 2 个小突起，即雄蕊原基，此时可以看到 10 个（5 对）雄蕊原基，以后由内向外陆续分化，形成多数雄蕊（图 2 -f）。

6. 心皮分化期雄蕊管原基向上生长的同时，在花原基中央分化出 3-5 枚心皮原基，以后心皮分化伸长，并分化形成具有柱头、花柱和子房的雌蕊（图 3-2-g, h）。

棉花花原基经过 15 - 20 天的分化发育，到分化心皮时，幼营长达 3mm 左右，则达到“现蕾”时的标准。

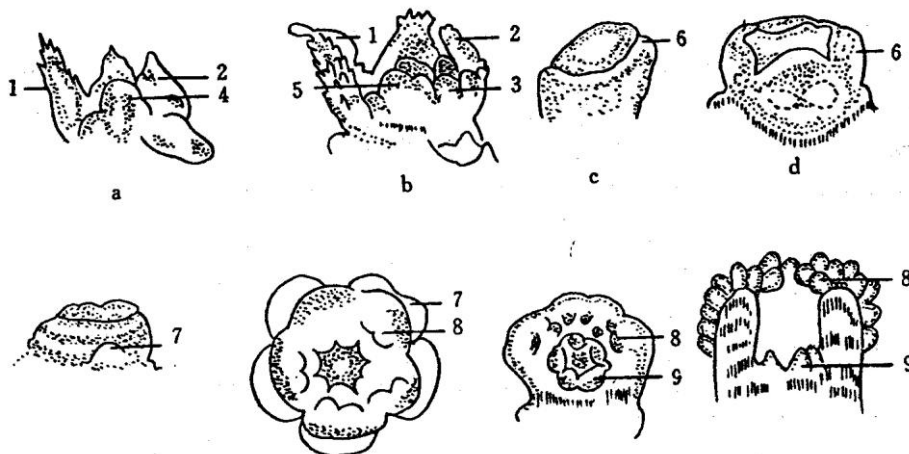


图 3-22 棉花花芽分化过程

- a. 花原基伸长；b. 苞叶分化；c. 花萼分化；d. 花瓣分化（外形）；
e. 花瓣分化（剥去萼片）；f. 雄蕊分化；g. 心皮分化；h. 心皮分化纵剖面
1. 先出叶；2 直叶；3. 腋芽原基；4. 花原基；5. 苞叶；6. 花萼；7. 花瓣；
8. 雄蕊原基；9. 心皮原基

（王荣栋等主编. 作物栽培学实验指导. 1998）

三、材料及用具

早熟陆地棉 1-7 叶龄棉苗若干株。双目解剖镜、解剖针（或缝衣针）、剪刀、刀片、镊子、吸水纸、纱布、擦镜纸、蒸馏水、载玻片等。

四、方法与步骤

（一）项芽叶原基观察

按叶龄取苗在解剖镜下观察，首先从外观诊断有几片可见叶，并将叶龄记下。然后由下向上逐一解剖，并观察每一叶的叶腋内有无叶芽发生，其性质如何，如有果枝出现，应将果枝着生节位记下，以便统计。确诊是几叶龄后，细致、耐心地向顶芽内 3/8 叶序进行解剖，一般是左手拿着棉苗，右手持解剖针，在解剖镜下操作，动作要轻，开始时不要急于用解剖针去随意挑动顶芽，应先在解剖镜下认清棉叶三部分，即叶片、叶柄和托叶，它们着生的位置和关系，区分托叶和叶片，每一个叶原基必须包括 1 张叶片和 2 枚托叶，并按叶原基分化进程，划分叶原基处于何时期，记载好。每一叶龄应解剖 5 株，并将各叶龄顶芽内叶原基观察结果填入表 3-31。

（二）果枝芽和叶枝芽的解剖观察

取 2-4 叶龄期棉苗，解剖前记下叶龄，然后按叶序由下向上剥除展开叶，至 5 叶时，放在解剖镜下观察，以左手持棉苗，右手持解剖针，挑开叶原基，找到腋芽，然后进一步对腋芽解剖，识别属于什么性质的芽，区别后将结果记入表格（表 3-31）内，再向上时位内腋芽解剖，直至腋芽不分化。主要记取棉株第几叶位开始分化果枝芽。将观察结果填入表 4。

（三）花芽分化解剖观察

取不同叶龄棉苗，首先计数并剥除展平叶，然后置于 40 倍双筒解剖镜下，呈螺旋状逐一剥除未展平叶，每剥一叶要除净两个托叶，找到腋芽的花芽部分，判别花芽原基在何时期，以后逐步向上腋位同样解剖，确诊后记入表 4。同时还可观察同一果枝上横向相邻果节上花芽分化情况一并记下。农五师农科所等单位对早熟品种新陆早 1 号解剖观察，棉苗 1，5 叶龄，棉株第一朵花的花芽开始分化，即进入花原基伸长期，随着叶龄的增加，花芽分化由外向内进行。

五、作-业

（一）将棉花顶芽叶原基分化和花芽分化观察结果填入下表。

表 3-31 棉花叶原基分化和花芽分化观察结果表

主 茎 叶 片 分 化	株号	主茎展开真叶数	未展开呈 绿色叶数	不呈绿色可见茸 毛油腺叶数	见不到茸毛油腺 呈透明状突起	备 注
花 芽	株号	主茎展开真叶数	分化果枝始节	分化果枝数	花芽总数	备 注

分 化						
--------	--	--	--	--	--	--

试验十六 天业滴灌技术参观教学（张小均）

一、 目的

通过实地参观和听取老师及技术人员讲解，了解滴管技术技术在农业上的应用，增进学生对滴管技术的感性知识。

一、 内容说明

组织或指导学生天业滴管基地进行实地观察、调查、研究和学习，获得新知识，扩大学生专业知识视野和巩固已学知识。

（一） 参观教学地点的选择

农业技术发展日新月异，天业滴管技术在新疆节水滴管上具有代表性，天业滴管基地在新疆成熟、有规模和具有代表性。

（二） 参观内容

1. 参观膜下滴灌技术田间配置

新疆地处西北，远离海洋，气候干燥，水资源尤为珍贵，农业为了有效利用和节约用水，广泛采用覆膜滴管栽培模式。滴管技术多年发展，已经形成了相对成熟的栽培田间布置模式，结合课堂内容，带领学生参观不同田间布置模式以及不同作物的布置模式，介绍其特点和不同点，让学生对滴灌的田间配置更具感性认识。

2. 参观膜下滴灌肥水运筹和化学调控技术

结合课堂内容基础，带领学生实地参观，听取老师和据具体情况聘请基地的实验技术人员讲解膜下滴灌肥水运筹和化学调控，参观滴管技术水、肥调控的农业设施，掌握膜下滴灌系统的主要组成部分以及在水、肥的具体实施的作用，了解化学调控在滴管栽培的重要性。

3. 参观灌溉技术自动控制与智能化管理技术

带领学生参观滴管技术自动控制与智能化管理技术，其主要为集自动控制技术和专家系统技术，传感器技术、通讯技术、计算机技术为一体自动化管理体系。通过对实地的自动化控制和智能化管理设施进行讲解，让学生了解灌溉自动控制技术灌溉自控系统的组成及基本原理；掌握灌溉自控系统的技术方案选择与运行管理要点。

（三） 教学方法与步骤

1. 教学方法

带领学生实地参观，根据需要，可以临时聘请农业技术基地技术人员作为校外老师指导

和讲解，要求学生围绕参观内容收集有关资料，质疑问难，做好记录，参观结束后，整理参观笔记，写出书面参观报告，将感性认识升华为理性知识。参观教学法有三种形式，根据实际需要选取。

（1）准备性参观。在学习农学专业课前，使学生为将要学习的新课题积累必要的感性经验，从而顺利获得新知识而进行的参观。

（2）并行性参观。是在学习农学专业课的过程中，为使学生把所学理论知识与实际紧密结合而进行的参观。

（3）总结性参观。是在完成农学专业课学习之后，帮助学生验证、加深理解、巩固强化所学知识而进行的参观。

2. 参观教学步骤和要求

（1）参观的准备。主要包括：确定参观场所、了解参观单位有关情况，制订参观计划。

（2）参观过程。在熟悉参观对象的基础上，有组织、有步骤地参观。教师可边提出问题边引导学生仔细观察思考。对学生提出的问题教师要认真回答，必要时可请单位有专长的人进行讲解指导。要指导学生作好参观材料的整理和参观笔记。

（3）参观结束，要作好参观总结，检查计划执行完成情况，指导学生作好参观材料的整理研究，完成参观报告。

三、作业

（一）根据参观的天业滴管技术，完成一篇参观报告（报告撰写的可采取多种素材，适当纳入参观的现代化技术设施及作物的图片等素材）。

第二部分 专业实践（专业技能）

第一章 《作物栽培学》课程实验（罗宏海 蒋桂英）

实验一 作物标本地、试验地参观调查

一、目的

通过作物标本地、试验地参观调查，认识四大部门九大类别作物，了解其形态特征及发育进程，初步鉴别一些主要作物、主要类型或主要品种的特点，增强感性认识，扩大专业知识学习范围，丰富课堂教学内容。

二、内容说明

作物种类繁多，课堂讲授限于时间，不可能一一讲授，也不可能都在某些作物发育期间结合现场进行。即使实验课有一定标本实物，但往往数量有限，典型性不足。宜根据具体情况，在作物生长的主要时间，在教师的指导下，有计划地组织学生，参观标本地、试验地，联系实际认识更多的作物，观察一些作物品种、类型的形态特征和生长发育特点，以及了解与其有关的栽培管理技术，增强感性认识，节省课堂讲授时间，提高教学效果。

三、材料及用具

（一）材料

标本地（或试验地）作物在不同时期尽可能有不同长势长相的生长现场及其不同品种和类型。

（二）用具

卷尺、铁锹、扩大镜、记载本等。

四、方法与步骤

作物标本地、试验地参观调查，应根据作物生长季节的具体情况和不同要求进行，一般应在春季、夏季或秋季各系统的进行一次，每次时间长短，可根据内容要求酌情而定，其中有些内容也可结合农学实践基础课程进行。

（一）春季参观调查（5月中旬）

1. 调查春播作物出苗情况，观察其出苗过程。
2. 观察玉米、高粱、棉花以及油料作物、豆类作物、薯类作物等幼苗的形态特征及具体类型和品种间的形态区别。
3. 调查冬、春小麦生长发育进程，观察生育时期、叶龄和幼穗分化等情况。
4. 结合作物生长情况，了解春播作物、越冬作物近期田间管理项目及技术措施要求。
5. 结合某些试验田现场，对其试验研究方法，进行学习调查。

（二）夏季（或秋季）参观调查（6月中旬或8月中旬）

1. 观察玉米、高粱、豆类作物等形态特征及发育进程。
2. 观察棉花形态特征。发育进程，认识四大栽培种。
3. 观察油料作物形态特征、发育进程，认识油菜三大类型。
4. 观察马铃薯、甘薯形态特征及结薯状况。
5. 观察小麦、大麦、燕麦和小黑麦发育进程及其穗部结构异同点。
6. 结合几种主要作物生育特点，了解近期田管项目及其技术要求。

五、作业

- (一) 列表说明玉米和高粱苗期形态特征的区别。
- (二) 列表说明油菜三大类型的形态区别。
- (三) 列表说明棉花四大栽培种的形态区别。
- (四) 说明粟和糜子的形态特征和区别。
- (五) 说明小麦、大麦、燕麦和小黑麦穗部结构的异同点。

实验二 作物生长分析

一、目的

通过对作物生长过程的分析，了解作物干物质增长的规律及其计算方法，掌握作物干物质生长量的定量研究方法，并练习作物生长分析的计算方法。

二、内容说明

作物的产量是由生物产量中经济价值较高的部分组成，通过作物生长分析，可以了解作物的物质生产量，作物生长分析就是以干物质重量的积累与分配来衡量产量的一种方法，所以作物的生育过程也是以植物体干物质增长过程为中心进行研究的，这种方法具有两个特点：

1. 在测定干物质增长过程中，同时测出同化作用的器官——叶面积。即与光合作用的生理功能密切结合。从生育特性与丰产性能的简单相关关系，深入到生理生态的因果关系。
2. 对不同类的作物，同一作物不同品种和同一品种的不同栽培条件的生育差异，均可以比较。

作物生长特征可用下列指标来表示：

(一) 相对生长率 RGR (Relative Growth Rate)

按照生物生长是呈几何级数或指数函数的形式增加的规律，植物在生长过程中，株体越大，其生产效能就越高，则形成的干物质就越多。生产的干物质用于形成植物体，从而下一部分的生长则以更大的生产为主体，这种生长过程称之为植物生长的复利法则，用公式为

$$R = \frac{1}{W} \bullet \frac{dW}{dt}$$

式中，W 表示某个生育阶段的植株干重，t 表示为时间； dW/dt 表示某个生育阶段的生长速度。

多数情况下，R 并不是一常数（不恒定），而是随着生长进程而变化。因此有人提出以下关系式：

$$W = W_0 \exp \left[\int_0^t R(t) dt \right]$$

上式发展了复利法则，对任何生长的曲线都适应。为了求出 t_2-t_1 间的平均生长率 $\bar{R}$ ，则用下式计算：

$$R = \frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{d \log W}{dt} = \frac{\Delta \log W}{\Delta t} = \frac{\log W_2 - \log W_1}{t_2 - t_1}$$

R 一般以 日^{-1} 为单位，RGR 单位为 $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

（二）净同化率 NAR (Net Assimilation Rate)

表示单位叶面积及单位时间的干物质增长量，它大体相当于用气相分析法所测定的单位叶面积同化率的数值。是根据植物干物质增长与植物叶片叶面积测定法两者间接计算出来的。它是从叶片真正同化作用中减去了叶片，茎部和根系呼吸作用所消耗的部分以及落叶失去的部分。根据实测值可用下式计算 NAR：

$$NAR = \frac{1}{L} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{d \log L}{dL} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{\Delta \log L}{\Delta L} \cdot \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\log L_2 - \log L_1}{L_2 - L_1} \cdot \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

L 表示叶面积，NAR 的单位可用 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 或 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 表示。

（三）叶面积比率 LAR (Leaf Area Rate)

若把 NAR 概念引进到相对生长率中，生长率 R 便可分解为二部分。即：

$$RGR = \frac{1}{W} \cdot \frac{dW}{dt} = \frac{L}{W} \left(\frac{1}{L} \cdot \frac{dW}{dt} \right) = \frac{L}{W} \times NAR$$

式中 L/W 项即作物单位重量的叶面积，称为叶面积比率 (LAR)， $\frac{1}{L} \cdot \frac{dW}{dt}$ 则为 NAR。

根据实测值可用下式计算：

$$LAR = \frac{L}{W} = \frac{\log W_2 - \log W_1}{W_2 - W_1} \cdot \frac{L_2 - L_1}{\log L_2 - \log L_1}$$

$$RGR = LAR \times NAR$$

（四）作物生长率 CGR (Crop Growth Rate)

在作物群体生长情况下，群体产量可以用土地面积上的干物重表示，它的增长速度称为作物生长率，可用下式表示：

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{A(t_2 - t_1)}$$

式中 A 是土地面积， W_1, W_2 分别为 t_1, t_2 时间单位土地面积上的总干重。单位为 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。CGR 也可用下式表示：

$$CGR = \frac{1}{L} \cdot \frac{dW}{dt} \cdot F = NAR \times LAI$$

式中的 F 为单位土地面积上的总叶面积，即叶面积指数 LAI。此式表明，产量增长速度与 NAR 和 LAI 两者呈正比例。由于 NAR 的变幅较窄，所以对产量而言，LAI 具有更重要的意义。

三、材料及用具

- （一）所需测定的作物（小麦、棉花）植株。
- （二）用具：打孔器、刀片、剪刀、电热鼓风干燥箱、叶面积测定仪，1/100 克扭力天平，干燥器、大白纸、铅笔、记录表格纸。

四、方法与步骤

（一）确定样点

根据作物生长田块的形状、大小、作物种类及生长均匀程度等，确定 3~5 点。每样点的大小因作物而不同，如玉米、高粱可以取 20~30m²，小麦、棉花可取 1~5m²。样点的形状可为正方形或长方形，也可顺行取段。

（二）确定样株

在第一次测定前，按生育时期和植株长势长相，确定有代表性的相似株。如选叶片数（或叶龄）、株高、长相一致的植株，做上记号（挂标签等），作为以后各次测定的采样株，根据测定次数及每次采样数量确定样株数。

（三）测定叶面积指数

在相似株中选一定数量的植株，高秆作物每样点可选 5~10 株，矮秆作物每样点可选 10~20 株。用长宽系数法或回归方程法等测定单叶叶面积和单株叶面积，也可将样株绿叶剪下，用叶面积仪测定单株叶面积。再有样点内的实际株数计算出样点内的总叶面积，并求出叶面积指数。

（四）测定干物质质量

在测定单株叶面积的植株中，再选一定数量的植株，如高秆作物取 3~5 株，矮秆作物取 5~10 株，连根全部挖取后，剪下叶片（不带叶鞘和叶柄），并从根茎处切下根系。将根系放入尼龙网内仔细用自来水冲洗净，尽可能无损地将全部根系收集起来，把叶片、茎秆和根系分别装进纸袋，放入烘箱，先在 105℃下杀青 0.5 h，以终止样品的呼吸消耗，再在 80℃下烘至恒重称重。当根系不易完整取样时，为避免影响整个测定的准确性，也可只割取地上部分进行测定。一般出苗后每隔 10~15 天取样一次，重复做上述测定。

五、作业

- （一）把测定结果进行分析，填入下表生长分析各量记载表

作物种类或品种	RGR	NAR	LAR	CGR

- （二）进行作物生长分析应测定哪些内容？
- （三）作物的叶面积大小在作物生长中的意义何在？

实验三 作物叶面积的测定

一、目的

学习并掌握测量植物叶片面积的方法和长宽系数法 K 值的求得方法。

二、内容说明

叶形纸称重法、鲜样称重法和干样称重法、长宽系数法和激光叶面积仪

三、材料与用具

(一) 试验所用材料为小麦和燕麦幼苗 (选取代表性叶片 3-5 片)。

(二) 坐标纸、铅笔、分析天平 (1/千)、硫酸纸、打孔器 (直径 0.5-2.0cm)、烘箱、透明尺、叶面积仪。

四、方法与步骤

(一) 叶形纸称重法

剪取 1 dm^2 的坐标纸准确称重, 计算纸重面系数 a 值 ($\text{cm}^2\text{ g}^{-1}$)。用铅笔沿叶片边缘在坐标纸上准确地划出叶形, 剪取叶形纸并称重 W (g)。计算叶面积 (S) 计算公式为:

$$S = a \cdot W = \text{cm}^2\text{ g}^{-1} \times \text{g} = \text{cm}^2$$

(二) 鲜样称重法和干样称重法

选取大、中、小有代表性的叶片各 3-5 片, 用打孔器 (由直径求知面积) 在叶片的从基部至叶尖, 沿主脉分上、中、下三个部位打取, 待全部打取完后, 立即准确称重。由小圆叶片的总面积和重量计算同一类型叶片的鲜重面积系数 a ($\text{cm}^2\text{ g}^{-1}$)

$$a = \frac{\text{每小圆片面积} \times \text{小圆片数}}{\text{总重量}} = \text{cm}^2\text{ g}^{-1}$$

(三) 长宽系数法

用透明尺测定叶片的 长度和宽度, 然后用坐标纸和叶面积仪要求出正确的校正系数 K 。

$$K = \frac{\text{叶片的实际面积}}{\text{长方形面积}}$$

(四) 激光叶面积仪

按仪器操作说明进行。

五、作业

(一) 用“叶形纸称重法”测定比较小麦、燕麦单叶叶面积平均值、标准偏差、变异系数。

(二) 用鲜样称重法和干样称重法测定单叶叶面积, 分析比较这两种方法测定结果的平均值、标准偏差, 说明各自的优点与不足。

(三) “激光叶面积仪法”测定比较小麦、燕麦单叶叶面积和单株叶面积, 并利用“长宽系数法”分别求得小麦、燕麦成熟叶片的 K 值

实验四 作物冠层结构分析

一、目的

- (一) 学习作物冠层测定分析（光量子仪/ Ci-110 冠层分析仪测定）；
- (二) 掌握作物冠层测定的分析方法。

二、内容说明

了解作物叶面积指数（LAI）、叶倾角（MTA）、散射辐射透过系数（TD）、直射辐射透过系数（TR）、消光系数（K）和叶分布（LD）等冠层结构各个参数的生物学意义；掌握冠层结构各个参数的测定原理和方法，并利用计算机分析相关参数。

三、材料与用具

（一）Ci-110 植物冠层图像分析仪

1、工作原理

Ci-110 植物冠层图像分析仪由鱼眼图像捕捉探头、笔记本电脑和 Ci-110 图像分析软件组成。鱼眼探头安装在一个很轻的手柄的顶端，它可以获取 150° 视角的鱼眼图像。图像的显示和存贮由笔记本计算机完成。

2、主要参数

（1）叶面积指数（LAI）

LAI 回答“有多少叶片”，尽管 LAI 字面上是指“叶面积指数”，但 Ci-110 是测量所有挡光的物体。LAI 没有单位，可认为是叶面积/地面积。

（2）叶倾角（MTA）和散射辐射透过系数（TD）

MTA 回答“叶片倾斜如何”。如果所有叶片都是水平的，那么 MTA 就是 0° ；若都是垂直的，则为 90° 。一般 MTA 处于 30° (水平叶片占优势)~ 60° (垂直叶片占优势)之间。主要测定太阳散射光的透过系数。

（3）直射辐射透过系数（TR）和消光系数（K）

Ci110 是计算出不同高度的太阳光线穿过冠层后的直接辐射透过率及其消光系数。

（4）叶分布（LD）

Ci110 测量不同方位的叶片分布。

（二）Li250 光量子仪

1、主要有主机、连线 and 光量子探头三部分组成。

2、主要用于测量太阳光、植物冠层下、植物生长箱和温室中的光合有效辐射。

四、方法与步骤

Ci110 冠层仪：将鱼眼镜头放在植物冠层下面时，可在电脑屏幕上看到高精度的鱼眼图像。获取图像后软件可计算植物冠层的叶面积指数、叶倾角、散射光透光率等参数。图像分析软件可定义图像分析区域，对不同方向的冠层进行区域性分析时，可以屏蔽地物景象

和不合理的冠层部分。对不同天顶角起始角和终止角的选择，可以避开不符合计算该冠层结构参数的冠层空隙条件。计算结果直接显示在电脑屏幕上，可方便的存储为文本文件。

用 Li-250 光量子仪(Licor, 美国)测定植株顶部以上 30cm 处自然总光 I_0 (探头水平向上)、植株反射光 I_n (探头面水平向下)、入射到冠层底部的光强 I 。

(一) 反射率 (LRR) $= I_n / I_0$

(二) 漏射率 (LLR) $= I / I_0$

(三) 光截获率 (LIR) $= 1 - LRR - LLR$

五、作业

用 CI110、Li250A 监测作物冠层结构参数的变化。

实验五 作物叶片叶绿素荧光参数的测定

一、目的

学习并掌握测量作物叶绿素荧光的方法。

二、内容说明

(一) 叶绿素荧光原理;

叶绿体吸收光后, 激发了捕光色素蛋白复合体 (LHC), LHC 将其能量传递到 PSII 或 PSI。其间所吸收的光能有所损失, 大约 3%–9% 的所吸收的光能被重新发射出来, 其波长较长, 也即叶绿素荧光。

(二) 叶绿素荧光的研究意义;

光合驱动、热能、叶绿素荧光三个过程存在竞争, 其中任何一个的增加都将造成另外两个产量的下降。因此, 测量叶绿素荧光产量, 我们可以获得光化学过程与热耗散的效率的变化信息。

荧光光谱不同于吸收光谱, 其波长更长, 因此荧光测量可以通过把叶片经过给定波长的光线的照射, 同时测量发射光中波长较长的部分光线的量来实现。

(三) 叶绿素荧光的应用范围;

叶绿素荧光可以给出 PSII 的状态信息。它可以说明 PSII 使用叶绿素吸收能量的程度和它被过量光线破坏的程度。它提供我们在其他方法无法实现的情况下, 快速估计植物光合的潜在能力。

1、光系统 II 产量作为光合测量的指针

实验室条件下电子传递速率可以和 CO_2 的固定显著线性相关, 但是在野外条件下, 这种情况可能不会出现, 这是因为 CO_2 固定的相对速率和竞争过程如光呼吸、N 代谢和氧对电子的利用等过程的变化所造成的。

2、荧光可提供样品的非破坏性的快速测量方法

荧光可以被用于研究两个栽培品种在不同发育阶段全天的电子传递速率。个体叶片需要标记并且接下来的测量要在相同的叶片上进行，以确保测量间的可比性。

3、荧光可用于检查植物对微环境的适应

例如，研究 ψ PSII 可以在野外条件下对不同植物光饱和行为进行快速简单的测量，不同生境条件下绝对光合速率的比较是没有意义的。许多利用气体分析技术无法实现测量的研究对象可以利用叶绿素荧光技术来进行测量。

荧光分析也能被应用于理解高低温的影响。例如，CO₂ 同化的量子产量和 PSII 量子产量的比较可以用于此方面的研究。处于低温时，玉米增加了电子向电子受体的传递，这可能会产生好氧的物种。在生长季早期完全展开的叶片测量，PSII 量子产量与 CO₂ 同化的量子产量的比值比非胁迫的高，表明电子利用的途径不是 CO₂ 固定。这种增长伴随着抗氧化系统能力的增长，表明叶片正在遭受氧胁迫。

4、测量胁迫和胁迫耐受力

荧光可提供植物耐受环境胁迫的能力和胁迫已经损害光系统的程度的信息。早期测量往往采用暗适应后 F_v/F_m 的减少和 F_o 的增长来表明由于高温、低温、过高的光强和水分胁迫造成的光抑制破坏的发生。研究表明叶片在高光强下通常有高的 NPQ，同样的情况也会出现在低温下。另一个实验表明，在野外测量 F_m' ，耐阴植物比阳生植物表现了更高的响应光抑制的 NPQ。

三、材料与用具

（一）试验所用材料为经过干旱、低温、高温等逆境处理后小麦或燕麦叶片。

（二）便携叶绿素荧光测定仪。

四、方法与步骤

（一）叶绿素荧光主要参数

- 1、 F_0 ：固定荧光或初始荧光产量
- 2、 F_v ：可变荧光产量
- 3、 F_m ：最大荧光产量 ($F_m = F_0 + F_v$)
- 4、 F_v/F_m ：最大光化学量子产量
- 5、 F_v/F_0 ：PSII 的潜在活性
- 6、 F_m/F_0 ：通过 PSII 的电子传递情况
- 7、 qP ：光化学淬灭系数
- 8、NPQ：非光化学淬灭系数
- 9、 ϕ PSII：实际的光化学效率
- 10、ETR：表观光合电子传递速率

（二）测定流程

将经过逆境处理后与正常叶片暗适应 30mins 以上，将叶夹分别夹在叶片上，启动仪器

程序后，记录所需要的数据（每处理 10 片以上）。

五、作业

测定和分析正常叶和高温 (45℃, 4h) 或干旱处理后小麦或燕麦叶片的叶绿素荧光参数，主要包括： F_0 、 F_m 、 F_v 、 F_v/F_m 、 F_v/F_0 、 F_m/F_0 。每处理 10 片以上。

实验六 作物叶片光合速率的测定

一、目的

学习并掌握作物叶片光合作用的意义及测定方法；

二、内容说明

作物产量的 90% 以上来自光合作用，因此，加强作物光合方面的研究，提高光能利用率是非常有意义的。光合速率的测定是研究光合作用研究的重要手段之一，也是作物学中经常使用的研究方法。由于光合研究所涉及的对象从叶绿体及其碎片、叶肉细胞到单叶和其他光合器官以至植物个体、群体和整个生态系统，包括了从微观到宏观的多个层次，相应测定方法从十分精确的量子需要量的确定到生态系统生产力的估算，各不相同。同时，光合作用的研究是活的有机体，光合速率随时受内外因素的影响而有很大变动，如不同光照、温度、 CO_2 浓度等外部条件以及作物的营养状况、叶龄等内部条件都对光合速率有显著影响，这就进一步增加了光合测定的复杂性，带来了光合测定方法的多样性和复杂性。因此，确定快速、精确和适用的测定方法是十分重要的。

光合作用的整个过程可表示为 $CO_2 + 2H_2O + 469KJ \longrightarrow (CH_2O) + O_2 + H_2O$ ，由该式可见，测定任一反应物的消耗速率或产物的生成速率都可以计算光合速率。相应 P_n 的测定大致可分为：1) 有机物的积累速率，主要有半叶法、植物生长分析法；2) 叶片放 O_2 的速率，主要有瓦氏呼吸、吉尔森呼吸和化学滴定法、氧电极法；3) 叶片吸收 CO_2 的速率，主要有化学滴定法、PH 法、同位素法和红外线气体分析法。本文重点介绍氧电极法和红外线分析法。

（一）氧电极法

叶圆片或碎片、离体叶绿体等材料如果浸在水介质中，会在光合过程中放出 O_2 ，而使水中溶解 O_2 增加，用一定方法测水中溶解 O_2 的增加量，即可表示光合速率。氧电极法是目前测定溶液中溶存的氧量变化的常方法，是极谱分析的一种类型。氧电极是一种特殊形式的电化学电池，其产生的电流是与溶液中所含氧的活度成正比例。现常用薄膜氧电极 ClarkLC 在 50 年代发明，即用聚四氟乙烯薄膜或聚氯乙烯薄膜覆盖在银-铂电极表面，内充支持电解质 KCl 。此类薄膜可透过氧，而其他水溶性物质不能透过。当以银为阳极、铂为阴极，施以外加电源时，在银电极上： $4Ag \longrightarrow 4Ag^+ + 4e^-$ ；在铂电极上： $O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O_2$ ， $H_2O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$ 。此时在电极间产生电解电流，在一定条件下电流的大小受 O_2 扩散进入薄膜速率的限制，而 O_2 的扩散速率又受溶液中氧浓度的制约，故可用来测定水中溶解氧。由溶解

氧的直线增加趋势可计算出 P_n 。其计算公式为： $P_n = a \times 60 \times 100 / A$ 。式中： a 为记录到的放氧速率 g/min ； A 为叶面积， cm ； P_n 单位为 $g/dm \cdot h$ 。

（二）红外线气体分析法

凡振动频率与气体分子的振动频率相同的红外光，在透过气体时均可形成共振而被气体吸收，使透过的红外光能量减少。由异原子组成的具有偶极矩的气体分子如 CO_2 、 H_2O 、 SO_2 、 CH_4 等，在波长 2.5 、在波长 $2.5 \sim 25 \mu m$ 的红外线光区都有特异的吸收带，其中 CO_2 在终端红外区的吸收带有 4 处，且以 $4.26 \mu m$ 的吸收带最强，而且不与 H_2O 相互干扰。被吸收的红外光能量多少与被测气体对红外光的吸收系数（ K ）、气体的密度（ C ）和气层的厚度（ L ）有关，并服从比尔—兰伯特定律： $E = E_0 e^{-KL}$ 。

该法优点：1 灵敏度高，可测 $1.0 mol/mL$ 、 $0.5 mol/mL$ 甚至 $0.1 mol/mL$ 即 V_{pm} 的 CO ；2 反应速度快、响应时间短，可快速跟随 CO 浓度的变化测出 CO 瞬间变化；3 不破坏试材；4 易实现自动化、智能化。由于 IRGA 输出是电信号 电流或电压，可以输入记录仪进行自动、连续记录，也可与专用或通用微机相配合，实现 CO 及有关环境因子的自动监测、记录、数据储存、计算甚至某些环境条件的控制，现已成为测定光合的最主要方法。

三、材料与用具

（一）试验所用材料为小麦或燕麦叶片。

（二）便携光合测定仪、电脑

四、方法与步骤

（一）作物叶片光合速率参数的意义

LI-6400 并非单一用于研究植物光合作用，他同时包括光合、呼吸（分为植物呼吸和土壤呼吸）、蒸腾、荧光等多项测量功能，多项功能的完全集成使得 LI-6400 成为生态学研究领域上重要的、必不可少的基础研究设备。其测量参数包括：净光合速率（ P_n ）、气孔导度（ G_s ）、蒸腾速率（ T_s ）、细胞间隙 CO_2 浓度（ C_i ）、大气 CO_2 浓度（ C_a ）、光量子通量密度（PFD）、叶温（TL）、相对空气湿度（RH）。此外，进行自动测量的基础上还可以进一步计算光饱和点、光补偿点、 CO_2 饱和点、 CO_2 补偿点等多项重要生理生态指标。

（二）作物叶片光合速率的测定方法

测定流程：仪器安装连接→开机→叶室配置选择→调零→打开叶室、放入叶片→手动测量或自动测量→环境条件控制→数据输出→关闭仪器。

五、作业

测定和分析正常叶和干旱处理后作物叶片的光合速率参数，主要包括：净光合速率（ P_n ）、气孔导度（ G_s ）、蒸腾速率（ T_s ）、细胞间隙 CO_2 浓度（ C_i ）等。

实验七 小麦测产

一、目的

小麦测产是收获前的一项重要工作，通过高产典型及大面积生产情况的产量测定，有利总结高产经验及技术措施分析；通过产量测定，有利收获、销售等工作的计划安排。本次实验应掌握测产的方法与技能。

二、内容说明

小麦单位面积产量由收获穗数、每穗粒数和千粒重三个因素构成。小麦灌浆以后，前两个因子已经固定，蜡熟末期粒重也基本固定。麦田测产一般进行 2 次，一次在乳熟期，能测得穗数和每穗粒数，粒重可根据当年小麦后期生长状况与气候条件等，参考该品种历年千粒重情况推断；另一次在临收获之前（接近蜡熟末期），粒重可用少量麦穗脱粒后晒干称重。

小麦测产的方法较多，其具体采用的方法应根据不同的测产目的和生产要求而定。测产的准确性，关键在于选点的代表性和取样方法的科学性。正确测算出单位土地面积，小麦收获穗数，每穗粒数和千粒重重量，计算理论产量，然后再减去收获损失等，即可得到产量数。

三、材料及用具

测绳、钢卷尺、粗天平、计算器、数种板、记载板及有关表格。

四、方法与步骤

（一）掌握整个大田生长情况

掌握整个条田面积、地形及生长情况，因为面积大小及地形等关系到选点数目及样点分布，直接影响测产结果的准确性。测产前应调查和目测全田各地段麦株稀稠、高矮，麦穗大小和成熟度等情况，如果各地段麦株生长差异很大，特别是在较大地块测产情况下，必须根据全地段目测结果分类，并按类别估算面积比例，最后分级选点取样，测出全田或全地段的产量。

（二）选点取样

样点应具有代表性，样点是决定测产准确性的关键，样点多误差小，但工作量大，具体数目应根据田块大小、地形及生长整齐度确定。田块长宽比不大于 3，采取双对角线布点，否则采取单对角线布点；样点数 3.33 hm^2 (50 亩) 以内不得少于 5 个， 3.33 hm^2 以上每增加 $0.67 \text{ hm}^2 \sim 1.33 \text{ hm}^2$ (10 ~20 亩) 增加 1 个样点；样点的确定采取等距离布点法。如样点位置上植株生长不正常或正巧碰在渠埂上，可在附近另选有代表性地点取样。条播麦田取样时，应注意营养面积均衡。垌背、畦埂面积应按比例包括在样点内。

（三）测量样点面积、穗数、单穗粒数，计算产量

样点面积可酌情而定，一般每个样点各取长、宽各 1m，数清样点内有效穗数，求出单位面积穗数。

$$\text{穗数 (个/hm}^2\text{)} = [\text{样点内有效穗数/样点面积 (m}^2\text{)}] \times 10\ 000$$

在每个样点内随机数 20 个麦穗，测算结实粒数，求出每穗平均结实粒数。若在临收前测产，应测定籽粒千粒重，或根据该品种历年千粒重和当年本地块实际情况，确定粒重，计算单位面积产量。

产量 (kg/hm²) = [每 hm² 穗数 × 每穗粒数 × 千粒重 (g)] / [1000 × 1000]

若临收前测产，也可将上述样点内麦株全部割晒、脱粒、称重，根据样点面积计算麦田产量，此法准确性高，但工作量较大。

（四）测定产量

小麦在收割、脱粒、拉运等过程中，不可避免的要有一部分损产现象，因此，对上述测出的产量应酌情扣除收割损失率 (%)；再者新疆大部分麦田靠地面灌溉，如田间毛渠占地较多，其面积也应适当扣除。其计算结果，方可得出预计的收获产量。

五、作业

将调查的田间测产结果填入下表。

表 1 小麦田间测产记载表

单位_____田号_____面积_____品种_____					
样点	穗数	每穗粒数	千粒重	产量	备注（折扣）
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
平均					
测产者_____			测产日期 _____年_____月		

实验八 小麦不同群体结构、产量性状的调查及生产效能分析

一、目的

了解小麦群体结构与产量的关系，通过产量性状的调查分析，了解小麦高产形成途径及其生产效能分析的意义。

二、内容说明

麦田群体结构是指群体的大小、分布、长相及其动态变化。群体大小是指苗、茎蘖、穗的多少，叶面积指数的大小和根系发达程度等。群体的分布是指叶片的角度，叶层分布，植株分布的均匀和整齐程度等。群体的动态，是指不同生育阶段群体叶面积变化和分蘖消长动态等。在生产实践中，只有当群体大小、分布、长相及其动态变化等均适合品种特性和当地的气候、地方等条件时，使群体与个体，地上部与根系、营养器官与生殖器官等都能够比较健全而协调地发展，才能经济有效地利用光能和地力，达到高产、稳产、优质、高效的目的。

（一）小麦群体发展变化

1. 对于冬小麦调查每亩基本苗数、冬前茎蘖数，最高茎蘖数和每亩有效穗数，对于春小麦考察基本苗数，最高茎蘖数和有效穗数。

2. 对被测麦田定期进行叶面积指数考察。并于抽穗期考察麦株上部3~4片绿叶的长、宽及其与主茎的夹角等。还可考察不同叶层的透光率。

3. 成熟时对产量结构（穗数、粒数、粒重等）进行考察分析。

（二）生产效能分析

生产效能分析，就是从产量构成因素方面，对单株经济性状进行分析以考查不同品种、不同措施对各产量构成因素和单株生产力的影响，以便了解各种特性和各种技术措施的作用。分析的材料应利用不同栽培条件或不同长势长相已成熟的典型植株（最好是在原测产的田块中或在实验田中结合任务进行）。分析工作在室内按单株分别进行，每样本测定20株，分析项目如以下所列，应逐项进行记载。

1. 株高：由地表量到主茎穗的顶端（不带芒）。
2. 分蘖总数：包括抽穗和不抽穗的全部分蘖。
3. 有效分蘖数：抽穗结实的分蘖数。
4. 穗长：自穗轴基部量到穗的顶部，如有分蘖穗，也量其长度。
5. 小穗数：指全株所有穗上的全部小穗总数，包括无效小穗。
6. 子粒数：全株上全部小穗的总子粒数。
7. 单株平均子粒重：所测植株所有麦穗脱粒，称重，求其平均值。
8. 千粒重：以两个1000粒分别称重，求平均千粒重。

三、材料和用具

（一）材料

1. 特性不同的小麦品种（大穗型、多穗型）。 2. 肥力水平不同（高肥与低肥水平）的小麦试验地。

（二）用具

直尺、求积仪、白纸、牛皮纸袋、烘箱、天秤等。

四、方法与步骤

- （一）对不同类型品种，各分两次播种，两次的间隔期10d左右。（一个小组只选其中一个类型品种）。
- （二）每个播期设置三个播量（根据品种特性确定，每小组选取其中之一）。
- （三）每一播量设置两种肥力水平（每小组选一种）。
- （四）1叶期调查基本苗数；3叶1心对麦苗进行分蘖动态调查。冬小麦冬前调查1次，返青后每隔10d左右查1次，春小麦从分蘖期开始每隔10天调查1次，直至分蘖开始消亡，小麦抽穗时为止，从而得出最高茎蘖数、有效分蘖数、无效分蘖数、分蘖成穗率。
- （五）在小麦2叶1心期、分蘖期、拔节期、孕穗期、抽穗扬花期、乳熟期考察叶面积系数，在抽穗期考察株型及不同叶层的透光率。
- （六）蜡熟末期进行有效穗，每穗粒数、粒重调查及实际产量测定。考察方法见本书小麦田间产量测定实验。

五、作业

- （一）根据本小组的处理和考察说明实验的主要操作步骤及应注意哪些问题。
- （二）将考察结果填入下表。

表 1 小麦群体结构动态变化及产量构成因素调查表

品 种	播期 (月/日)	播量 (kg/hm ²)	肥力水平 (高、低)	基本苗 (万/ hm ²)	冬前茎蘖 (万/ hm ²)	最高茎蘖 (万/ hm ²)	有效穗数 (万/ hm ²)	成穗率 (%)

续上表

LAI 动态变化						穗粒数 (粒/穗)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/ hm ²)	实际产量 (kg/ hm ²)
冬前	拔节期	孕穗期	抽穗期	乳熟期					

- （三）根据本组的考察数据，结合其它的考察资料，对品种、播期、播量及肥力水平与小麦产量形成的关系进行比较分析。

实验九 玉米空秆、秃顶、缺粒现象的调查及生产效能分析

一、目的

掌握玉米空秆、秃顶、缺粒现象的调查方法；学会分析形成玉米空秆、秃顶、缺粒的原因并提出防止措施。了解玉米产量构成因素、田间测产和生产效能分析的方法。

二、材料及用具

选不同条件的玉米田块2~3块。计数器、计算器、米尺、铅笔等。

三、内容及方法步骤

（一）空秆现象的调查和分析

1. 空秆百分率的调查：玉米空秆有两种类型，一是腋芽没有发育成果穗，二是腋芽虽发育但没有结实。调查时，按对角线方法进行五点取样，每点连续数50~100株，查出其中空秆的株数，五点平均后，代入下式求出该田空秆率。

$$\text{空秆率}(\%) = \frac{\text{空秆株数}}{\text{调查总株数}} \times 100$$

2. 空秆原因的分析 从以下几个主要因素进行分析：

- （1）密度方面：密度大小植株分布的均匀程度，株间荫蔽程度等。
- （2）培肥方面：基肥的种类、数量，追肥的种类、用量、方法和施用时期等。
- （3）整地和播种方面：整地质量、种子本身的好坏，播种质量、播种期等。
- （4）株生长状况：植株的高矮、生长强弱及整齐度、叶片大小及颜色、有无徒长和缺肥现象等。
- （5）气候及土壤情况：雨量多少，排灌情况，渍水或干旱，地力好坏等。
- （6）病虫害发生程度。
- （7）品种特性。

（二）秃顶、缺粒现象的调查与分析

1. 在上述每一调查点内同时调查有效穗数及秃顶、缺粒的穗数，计算秃顶、缺粒穗占有效穗的百分率。

2. 秃顶、缺粒原因分析 从以下几个主要因素进行分析

- （1）穗着生状况：果穗着生在主茎的部位，单株上的果穗数目，果穗着生在主茎上的角度大小，着生果穗的上下部，叶片大小及叶片遮蔽果穗情况。
- （2）开花授粉情况：雌雄花开花的差期和散粉及吐丝情况。
- （3）环境条件：开花结实期的气温高低、风力大小、雨量和日照、土壤湿度、渍水、干旱程度、营养条件的好坏等情况。

（三）玉米田间测产

玉米产量构成因素是由单位面积有效株数和单株产量两个方面构成。而单株产量又由有效果穗、每果穗粒数和千粒重等因素构成。因此，测产时应从这些方面着手进行。

1. 测定平均株行距

平均行距：在地头量取11行的垂直宽度，以10除之求得，单位用m表示。

平均株距：选能代表该田块一般密度的一行，从行中连续地数出21株，量其株间总长度，再除以20求得，单位用cm表示。

2. 计算每公顷株数：每hm²株数=15×[666.7/（平均行距（m）×平均株距（m））]

3. 选点采样：在测产的田块中沿对角线，选定5个样点，在每个样点的单行上连续数取

20株（包括空秆株，并另记数），将其果穗取下放入布袋内，烘干脱粒称重（kg）。

4. 计算每公顷子粒产量：每hm²产量=每亩有效株数×单株平均产量×15

一般计算平均株行距以及每hm²株数，要求算到小数点后一位。单株平均产量，要求准确到小数点后两位。

（四）生产效能的分析

分析的材料应采用不同的栽培条件或不同的栽培品种。已成熟的典型植株，每一份样本取20株，分析项目如附表所列，记录产量，统计分析结果，进行比较总结。

四、作业

（一）将调查的结果列表说明。

玉米单株分析记载表

地点		品种				密度			
株号	株高	茎粗	穗位高	有效	果穗长度	穗粗	果穗重	籽粒重	千粒重
	(cm)	(cm)	(cm)	果穗数	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(g)
1									
2									
...									
20									
平均									

（二）分析造成玉米空秆、秃顶、缺粒的主要原因。

实验十 棉花蕾期田间诊断

一、目的

掌握棉花蕾期诊断的基本方法，了解不同类型棉田蕾期的生育状况和差异，分析其产生差异的原因。根据初步诊断分析结果，针对不同长势的棉田，提出棉花花铃期田间管理的措施。

二、内容说明

棉花蕾期是棉株由苗期以营养生长为主进入营养生长与生殖生长同时并进，但仍以营养生长为主的时期，其栽培管理目标是发棵稳长、搭好丰产架子。但是生产上往往由于棉田基本情况不同，在苗期采取的措施有差异，导致不同棉田会出现偏弱型、偏旺型、健壮型三种长势棉株。其长势长相主要表现有现蕾早晚、株高、叶龄、叶面积大小、叶色、叶位等。通过田间诊断，分清不同类型的麦田及其所占的比例，进行因苗管理。

三、用具

米尺、钢卷尺、游标卡尺、记载本。

四、方法与步骤

6 月上、中旬在教学实践基地或生产单位选择不同长势长相棉田（偏弱型、偏旺型、健壮型）3 块。每块棉田定 3 点，每点定 10 株，边行和中行各 5 株。

（一）株高、株宽及高宽比

株高是从棉株子叶节量至最上面一片主茎展平叶叶柄顶端的距离，以 cm 表示。株宽是棉株最宽处，用 cm 表示，计算高宽比值。

（二）红茎高及红茎比例

红茎是从棉株子叶节起至红绿茎交接处的距离，以 cm 表示。计算红茎占株高的百分率。

（三）茎粗及高粗比

分棉株上下两部分测量，下部用游标卡尺量至子叶节上第一节间中部直径，上部量倒四叶中部直径。求出平均直径，计算株高与茎粗比值，即高粗比。

（四）主茎平均节间长度

从棉株第 1 果枝着生处量至顶端果枝着生处的距离，以果枝数减 1 除之，即得主茎平均节间长度，以 cm 表示。

（五）叶龄

棉株主茎上的展开叶片数。

（六）倒四叶宽

指棉株顶部由上而下第四片主茎展平叶，与此叶片中脉垂直，量其最大宽度，以 cm 表示。

（七）果枝始节

指棉株第 1 果枝在主茎上的着生节位。从子叶节数起（不包括子叶节）由下而上数至第 1 果枝着生的节位。

（八）果枝数

从棉株下部第 1 果枝数到顶端最后 1 台果枝，即可见果枝数，以台为单位。

（九）蕾数

棉株上可见到（蕾宽大于 3mm）的蕾数。

（十）叶面积指数

指单位土地面积上的绿叶面积。

（十一）棉田密度

1. 平均行距：从连接行中间量一个播幅除以棉株行数。重复 3 次，求得平均行距（m）。
2. 平均株距：每点测 21 株总长度除以 20，以 3-5 点求平均值（m）。
3. 计算棉田密度： $\text{株数}/\text{hm}^2 = 10000 (\text{m}^2) / (\text{株距} \times \text{行距})$

（十二）单株总果节数

包括棉株 3mm 以上的蕾数和空果节数。

（十三）蕾的脱落数及脱落率

蕾的脱落数指单株蕾的脱落果节数除以总果节数，再乘以 100 即得。

五、作业

依据调查结果，针对不同长势长相棉花，提出棉花花铃期田间管理的措施。

实验十一 棉花吐絮期经济性状的调查与田间测产

一、目的

棉花的经济性状与经济产量和品质密切相关，对棉花主要经济性状的考察，是了解棉花的品种特性、生产特点、长势长相、纤维性状的主要手段，是制订栽培措施、确定育种目标、分析产量组成和经济效益的重要依据。通过本实验，使学生初步掌握棉花主要经济性状的考察方法；掌握准确的棉花测产方法。

二、材料与用具

- （一）不同品种或不同长势长相吐絮期的棉株。
- （二）钢卷尺、天平、测绳、小扎花机、计数器。

三、方法与步骤

（一）吐絮期经济性状的调查

1. 株高：株高是从棉株子叶节量至最上面一片主茎展平叶叶柄顶端的距离，以 cm 表示。
2. 第 1 果枝着生节位：从第一真叶开始由下向上数至第一果枝着生的节数。
3. 第 1 果枝着生高度：从子叶节量至第一果枝着生处的高度，以 cm 表示。
4. 果枝数和有效果枝率：调查单株总果枝数，凡结有效铃（铃直径大于 2cm）的有效果枝数，反之，则为无效果枝，有效果枝数与总果枝数的比率则为有效果枝率。
5. 果节数和有效果节率：调查单株上出现的总果节数和有效果节（着生有效铃的果节）数，求算有效果节率。
6. 主茎节间长度：从子叶节量至主茎顶端的主茎长度，以主茎节数减 1 除之即得，以 cm 表示。
7. 单株结铃数：数取每株总铃数，包括幼铃、成铃、吐絮铃、烂铃等。
8. 单铃籽棉重：分上、中、下三部分随机各取正常吐絮铃 50-100 个，烘干称重，求平均值。
9. 衣指和籽指：是指百粒棉籽上纤维和种子的重量。
10. 衣分：500g 籽棉中纤维占籽棉重量的百分比。
11. 不孕籽率：随机抽取棉铃 20-30 个，检查不孕籽粒数，求算不孕籽数占籽粒总数的百分率。
12. 霜前花率：初霜 5 天后吐絮的花为霜前花，霜前花率是指霜前花占籽棉产量的百分

比。

13. 僵瓣率：取单株上僵瓣称重，求与各单株籽棉产量的比率。

（二）棉花测产

一般在8月下旬到9月初进行。为了提高棉花测产的准确性，应抓好四个关键环节：

1. 确定合适的样点数、样点面积、样点分布

（1）点数：根据棉田面积大小，棉株长势而定。面积小、长势均匀可少取一些点，反之多取一些点。

（2）样点面积：以保证一定数量棉株，又不使测产工作量过大为原则，一般高产田鉴定产量，一个样点面积为 33.33m^2 (半分地)。

① 计算平均行距：量取21行的行间垂直距离再除以20既得。

② 确定样点长度： $666.7 \div \text{平均行距} \div 20 \div 8 = \text{点长}$ （一播幅四膜八行）

在实际应用中，为减少田间工作量，样点的长度采用以下公式：

样点长 = $666.7 \div \text{平均行距} \div 100 \div 2$ （2代表双行）

（3）点的分布：点在地块中的位置要求覆盖面大，分布均匀，能代表棉株生育状况。布点方法很多，如对角线布点、开方法布点、梅花形布点、品字形布点、方阵型布点等。生产上多采用对角线布点。例如：

① 在确定点数、点面积的基础上，各点等距离分布在两条对角线上，离地头最近的点距应是两点距离的一半。

② 对角线布点是在地块内作物生长整齐的前提下采用。

2. 准确查株、数桃

（1）准确数计测点面积内的所有棉株，包括无效株，可按行数计。

（2）准确数计总铃数

数计组成产量的有效桃，包括正常吐絮铃、大铃（直径2cm以上），小桃、烂桃、干铃和小僵瓣铃一般不计入内。

3. 确定铃重和衣分

（1）铃重：吐絮前测产，单铃重可依据被测产单位3年同一品种平均铃重。吐絮后测产，需实测铃重。一般按棉株长势定点取铃，具代表性。一点10-20株，各株数计吐絮铃数，并上中下采摘全部吐絮铃，混合烘干称重（包括已吐絮成熟小铃和大僵瓣铃），除以采摘总铃数即可。

（2）衣分：吐絮前测产，衣分可依据被测定单位前3年同一品种平均的衣分。吐絮后测产，需测衣分。将实测铃重棉样（1kg左右），在小型辊轧花机上轧花，所得皮棉称重，用棉样皮棉重量除以籽棉重量，计算衣分。

4. 理论产量计算

将各测点面积上所测的总铃数，折合成每 hm^2 总铃数，再与实测的平均单铃籽棉重、衣

分相乘，计算单位面积皮棉的理论产量。公式如下：

$$\text{理论产量 (kg/hm}^2\text{)} = \text{每 hm}^2\text{ 总铃数} \times \text{平均单铃籽棉重} \times \text{衣分}$$

测产是否准确，应该用实收产量作对照，一般理论产量与实收产量误差不超过 5%。所以计算理论产量的同时，需要考虑青桃数量，除杂草、含水率及测产误差等。

五、作业

- (一) 对棉花吐絮期经济性状进行考察，并制表；制表填写棉花测产结果。
- (二) 考察棉花经济性状的意义何在？栽培因素对棉花的经济性状有何影响？
- (三) 棉花测产中，影响测产准确性的因素有哪些？怎样减少误差，提高测产准确性？

实验十二 加工番茄结果期产量性状的调查

一、目的

加工番茄已经成为新疆主要的经济作物之一，种植规模达到了 $6.67 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。为了对生产设备的加工能力进行调整，加工番茄制品厂家在每年的番茄成熟期之前都要对产量进行预测，传统测产方法一般采用公式：产量 = 667 m^2 保苗株数 $\times$ 单株果数 $\times$ 单果重。但从多年的测产情况来看，测产产量与实际产量总是有很大的出入，其原因主要是加工番茄一般分 2~4 次采收，每次采收的果实数量和平均单果重都不相同，而测产时总是采用第 1 次采收的平均单果重，因此不可避免地产生偏差。为了使测产方法合理准确，必须掌握准确的加工番茄测产方法。

二、材料与用具

- (一) 不同品种或不同长势长相的成熟期加工番茄田。
- (二) 钢卷尺、天平、测绳。

三、方法与步骤

(一) 样点的分布

样点在地块中的位置要求覆盖面大，分布均匀，能代表加工番茄植株生育状况。布点方法很多，如对角线布点、开方法布点、梅花形布点、品字形布点、方阵型布点等。生产上多采用对角线布点。例如：在确定点数、点面积的基础上，各点等距离分布在两条对角线上，离地头最近的点距应是两点距离的一半。对角线布点是在地块内作物生长整齐的前提下采用。

一般每个品种随机取 5 点，每点取连续的 5 株，共 25 株，用红线标记，以后均在此 5 点上取样测产。

(二) 计算果实数和单果重

每次采收时数出各点的果实数，并称重，即可得出各次采收的平均单果重，将各个数据填入设计好的表内。计算出这 5 点各次采收的果实数占总果实数的百分数，再计算出第

二次、第三次、第四次采收的平均单果重分别是第一次平均单果重的百分数。

设 667 m² 保苗株数为 A，设采收的总果实数为 B，第一次、第二次、第三次、第四次采收的果实数分别为 Ba%、Bb%、Bc%、Bd%，其中，a%+b%+c%+d%=1。

设第一次采收的平均单果重为 C 克，第二次、第三次、第四次采收的平均单果重分别为 Ce%克，Cf%克，Cg%克。

(三) 产量的计算

计算出测产公式：产量=A×(Ba%×C+Bb%×Ce%+Bc%×Cf%+Bd%×Cg%)/1000
= (a%+b%e%+c%f%+d%g%) ABC/1 000。

其中，a%+b%e%+c%f%+d%g%为一个≤1 的系数。

根据以上公式，以后在第一次采摘前即可进行测产。根据公式 667/（株距×行距）算出 667 m² 保苗株数，即为 A。选择有代表性的几个植株，数出所有的青红大小果实数，算出平均数，即为 B。算出第一次采收的平均单果重 C，再套用以上公式即可得出测产产量。

四、作业

(一) 填表

表 1 加工番茄生物学形状调查

处理	平均侧枝数	平均株高	茎秆直立性	第 1 穗着生节位	平均果穗数	平均座果数	平均单果重	几果穗封顶	叶色

表 2 加工番茄果实形状调查

处理	果实颜色	果实形状	心室数	果肉厚度	果形指数	有无青肩	有无裂果

表 3 加工番茄采收产量及系数计算

项目	第 1 次采摘		第 2 次采摘		第 3 次采摘		第 4 次采摘	
	果实数	果重	果实数	果重	果实数	果重	果实数	果重
第 1 点								
第 2 点								
第 3 点								
第 4 点								
第 5 点								
合计								
单果重								

果数在总果中占的比例				
单果重为首次果重的比例				

(二) 加工番茄测产中，影响测产准确性的因素有哪些？怎样减少误差，提高测产准确性？

实验十三 油菜类型的识别和经济性状的分析

一、目的

掌握识别油菜三种类型的方法和学习油菜经济性状的分析方法。

二、内容说明

油菜属十字花科 (Cruciferae) 芸苔属 (Brssica)，是一年生草本植物，生产上栽培的油菜仅是芸苔属中的少数几个种。按油菜的形态学，细胞学和生物学特征，将油菜分为白菜型、芥菜型和甘兰型三大类型。

(一) 主要类型的识别

1. 白菜型：也称矮油菜、甜油菜、小油菜或白油菜。

此类油菜支根多，较发达，主根入土较浅，呈半木质化，抗旱抗寒力较弱，植株较矮，分枝部位较低，分枝数较多，分枝与主茎角度较大，叶片较薄且宽大，淡绿色，中脉明显，叶上蜡粉少或无，叶呈卵圆形，长披针形或戟形，全缘或波浪形浅锯齿，全株叶片一般无叶柄，茎生叶呈戟形，叶翼发达，往往抱茎或半抱茎而生。花较大，淡黄色，花瓣圆形，开花时花瓣两侧重迭，角果肥大，角果与果柄着生方向不一致。种子较大一般黄色较多，也有黑、红褐、黄褐等色。

2. 芥菜类型：(B. juncea cozz) 通称高油菜、苦油菜、辣油菜或大油菜。

此类型主根发达，入土较深，支根较少。主根木质化而坚硬，抗旱、抗寒力较强，适于高山地区种植，植株高大，分枝部位较高，分枝与主茎角度小，分枝数少而细。茎秆纤维多而坚硬。叶片较薄，叶色深绿或油绿。叶上有刺毛或无。基部片具明显的长叶柄，叶片较大，叶缘具明显的羽状缺刻。少数品种的叶全缘或微波形。上部叶片的叶柄极短，叶呈披针形，花矮小，鲜黄色或深黄，花瓣稍长，开花时花瓣之间完全分离。果实瘦小，细长。圆柱形，果柄与果轴夹角小，每果内种子数目较多，种子小，红褐色，黄色等。

3. 甘兰型：(B. napuz L.) 又称欧洲油菜。

此类主根和支根都很发达。植株中等高，分枝部位及分枝数介于芥菜类型与白菜型之间，茎上有蜡粉，叶片厚，有绿色、紫绿色、兰绿色或暗绿色。叶上具有蜡粉，缩茎叶叶缘石琴状缺刻、叶柄长、伸长茎叶为短柄叶，叶柄基部有叶翼，呈戟形，苔茎叶无叶柄，呈披针形。花大、黄色，花瓣圆形，开花时花瓣两侧重迭，角果果柄与果轴呈直角着生，

角果上有蜡粉，种子大、黑色、褐色等。

表 1 油菜三大类型比较表

类型	株型	分枝	叶形及叶色	全株被蜡质情况	花	种子	染色体数目	生育期	备注 (代表品种)
芥菜型	较高大，株高 1.5-2m	多而细	茎上部叶有短柄，叶基不抱茎，色青绿或浓绿 茎生叶狭长，叶基有明显耳状，全抱茎，叶无柄	有蜡粉	小，色鲜黄、浅黄，花瓣圆球形	小，千粒重 2.5-3.5g	n=18	较长，中早熟	新油 4 号 新油 9 号
白菜型	较矮小，1m 以下	较少		多数不具蜡粉	较大，色淡黄至深黄，花瓣圆形	中等，千粒重 3.0-3.8g	n=10	较短，早熟	霍城六十黄、门源油菜
甘蓝型	中等 1-1.5m	长而细	茎上部叶无柄，叶基半抱茎，色蓝绿或浓绿	全株均被蜡粉	大，色黄，花瓣圆形	大，千粒重 3.0-4.5g	n=19	长，晚熟	奥罗油菜 新油 6 号

(二) 油菜经济性状的分析

- 1. 株高：自子叶节至主茎顶端的高度。
- 2. 分枝高度：子叶节至最下部第一次有效分枝着生处的高度。
- 3. 第一次有效分枝数：主茎上具有 1 个以上有效角果的第一次分枝数。
- 4. 主花序有效长度：主花序最下 1 个有效角果至最上 1 个有效角果的长度。
- 5. 主花序有效角果数：主花序上凡含有 1 粒以上饱满种子的角果数。
- 6. 全株有效角果数：全株凡含有 1 粒以上饱满种子的角果数。
- 7. 角果着生密度：以主花序有效长度除主花序有效角果数，以果数/cm 表示。
- 8. 角果粒数：自主花序和上、中、下部的分枝花序上，随机各取 5 个，共 20 个正常的角果，计算其平均每角果饱满的种子数。
- 9. 全株粒数：有效角果数和角果粒数的乘积。
- 10. 全株粒重：将全株所有角果脱粒，称其重量。
- 11. 千粒重：同一处理种子混合晒干后，随机数 1000 粒称重，三次重复，取三个样品的平均值。

三、材料与用具

白菜型，芥菜型、甘蓝型油菜的植株标本，根、叶、花，角果和种子的压制或浸渍标

本及挂图。当地推广的主要品种植株。米尺、镊子、扩大镜。

四、方法与步骤

（一）观察比较油菜三种类型各部形态特征。

（二）分析三种类型或同一类型三种长势长相（旺长型、健壮型、早衰型）油菜的经济性状。

五、作业

（一）绘油菜三种类型茎生叶叶基抱茎图。

（二）根据观察，列表说明油菜三个类型的各部形态特征的区别。

（二）列表分析三种类型或同一类型三种长势长相（旺长型、健壮型、早衰型）油菜的经济性状。

实验十四 小麦幼穗分化的观察

一、目的要求

麦穗是直接构成产量的器官，了解幼穗分化过程对小麦生长发育规律，正确制定栽培措施，争取穗大粒多，提高产量具有重要意义。

通过实验观察小麦幼穗分化各时期的形态特征，鉴别小麦穗分化各时期的形态特征，了解小麦穗分化过程与植株外部形态关系。

二、内容说明

小麦穗是由麦苗茎（或分蘖）生长锥分化发育而来。小麦在通过春化阶段以前，茎的生长锥是一个半圆形的突起，宽度大于长度，其主要作用是分化叶片、节和借鉴的原始体。当春化阶段通过而进入光照阶段发育时，茎的生长锥开始伸长，即为小麦穗分化的开始。

麦苗的穗分化是按现主茎后分蘖，先低位分蘖后高位分蘖顺序进行。观察或检查幼穗分化时，一般以主茎为对象进行解剖观察。幼穗分化是一个连续过程，大体上按穗轴、小穗、小花、雌雄蕊等有序的进行，通常 I—VIII 期（见幼穗分化图）。

I. 伸长期

茎生长锥伸长，长度大于宽度，呈透明光滑的圆锥形。生殖器官分化开始，但节间仍未伸长。北疆强冬性小麦返春不久幼穗进入伸长期，春小麦一般提前在三叶前后。

II. 单棱期（穗轴原基分化期）

生长锥迅速伸长，生长锥的基部由下而上形成像叶原基的环状突起，即为苞叶原始体。苞叶原始体是变态叶，着生在穗轴节上，但长到一定程度就停止发育，并逐渐消失。每片苞叶原始体之间即为穗轴节片。每个苞叶原基呈棱形，故称单棱期。此时冬小麦基部茎节即将开始伸长，植株由匍匐转向直立，南疆区约在 3 月下旬，北疆约在 3 月上旬。

III. 二棱期（小穗原基分化期）

苞叶原基发育逐渐停止，在幼穗中部两个相邻苞叶原基之间最先长出一个突出，即小穗原始体，呈棱形，开始较小，以后逐渐增大，在生长锥上成长大、小棱相间存在状态故称二棱期。该期持续时间较长，根据小穗原基和苞叶原基在形态和体积上明显变化，可分为：

1. 二棱初期

在生长锥中部两个苞叶原基之间开始形成小穗原基，二棱期整个穗的二列性尚未形成。由苞叶原基和小穗原基构成的二棱期不明显，此时植株基部节间开始伸长。

2. 二棱中期

小穗原基出现数量逐渐增多，体积增大，并超过苞叶原基，侧面看。二列性明显，二棱状此期最为明显。

3. 二棱末期

同侧相邻原基重叠（下位小穗顶部遮住上位小穗基部）。苞叶原基明显退化，二棱期转而不明显，至二棱末期，幼穗二列性十分明显，此时基部第一节间明显伸长。

IV. 护颖原基分化期

幼穗中部两侧小穗原基已分化结束，顶端小穗原基逐渐分化，此时每穗小穗数基本定型。中部小穗基部形成两个碗状突起，最后发育成颖片。护颖原基分化期经历时间较短促。

V. 小花原基分化期

小花原基分化先从幼穗中部，然后向上向下相继分化。在一个小穗内分化顺序是：第一朵小花，第二朵小花，第三朵小花……每一朵小花分化顺序是：外稃、内稃、浆片、雄蕊和雌蕊。此时植株基部第二节开始伸长，南疆地区约在四月上旬，北疆地区约在四月下旬，春四叶长出。

VI. 雌雄蕊分化期

幼穗中部小穗上分化出三四个小花原始体时，小穗基部第一朵花的中心出现个半球状的突起，这就是雄蕊原始体；接着 3 个雄蕊原始体稍微分开，从中央又长出一个突起，这就是雌蕊原始体，这时拔节期开始不久，春五叶长出。

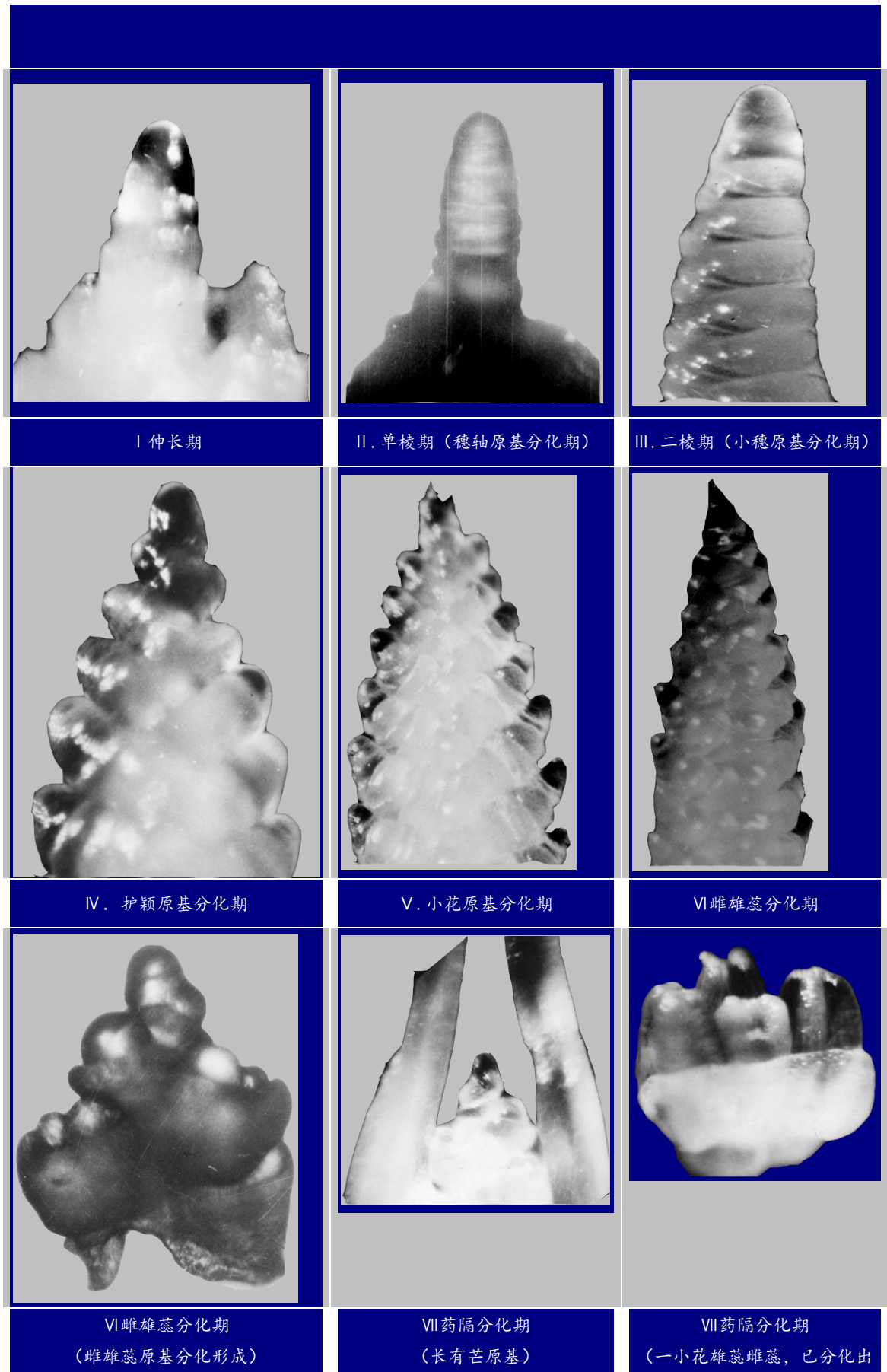
VII. 药隔分化期（长的有芒原基）

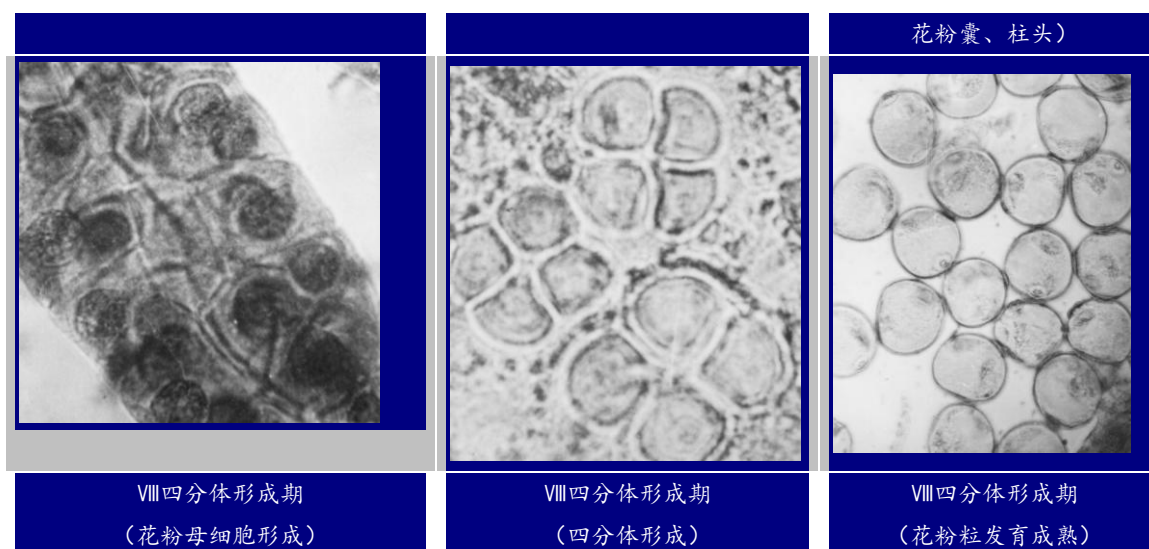
小花原基个部分迅速发育，体积扩大，雄蕊原基沿中部自下而上出现微凹纵沟，即进入药隔分化期，然后分化出四个花粉囊。雌蕊原基顶端也凹陷，逐渐分化出两枚柱头原基，并继续生长，形成羽状柱头。有芒的品种沿外颖中脉延长。此时，穗部各器官的外部形态上已分化完备，开始进行体积和外颖等覆盖器官的强烈生长，植株第三节开始伸长，正值拔节后期至孕穗前期。

VIII. 四分体形成期

花粉囊形成后，花粉囊中的孢原组织进一步发育成花粉母细胞，经过形成二分体，再经有丝分裂形成四分体。四分体形成期是小花向有效、无效两极分化的时期。从植株形态上

看，旗叶叶耳与下一叶叶耳相距 2~4cm，正值孕穗后期至抽穗前期。





幼穗分化图 (I —VIII期)

三、材料及用具

(一) 材料

冬小麦返青至抽穗前不同品种的麦苗或者春小麦从二叶一心到抽穗前的麦苗，也可以是将冬、春小麦不同时期的麦苗同时观察相互比较。

(二) 用具

解剖针、放大镜、双筒解剖镜或低倍显微镜，载玻片、盖玻片，醋酸洋红、有关幼穗分化挂图。

四、方法与步骤

(一) 植株样品的选取

每次每个样品选择具有代表性植株 5~10 株，洗去泥土，先记载主茎叶龄、分蘖数、节间长度及生育期等。

(二) 拔节前幼穗的观察

此时幼苗较小，幼穗剥去应特别细心。麦苗要留住分蘖和根以供把持，将最外面两片叶撕下。剥去又随时，要先将解剖针在叶鞘基部刺入而后向上撕裂叶片，用手将基部叶片剥干净，剥心叶时，解剖针应从基叶两侧刺入，剥至生长锥暴露清晰，然后用放大镜或低倍镜观察。

(三) 拔节期以后幼穗观察

用手摸清各节部位并估计幼穗位置，然后剪去基部及幼穗上方 2cm 以上的叶片将叶鞘由外向内一层层剥去，每一层可由叶鞘基部用针挑开，然后轻轻拉掉。剥幼叶时尽可能连叶鞘一起剥落。剥出幼穗可直接用放大镜观察，为了清晰观察其小花各部分构造，可用解剖针挑取一个小穗，置载玻片上显微镜下观察

(四) 观察材料应注意事项

1. 观察小麦幼穗分化均以主茎为分析对象，如提供材料不完备，也可以用同株上下不同分

藁进行观察，以弥补缺位现象。

2. 在放大镜或显微镜下检视时，要从幼穗的正面，侧面、基部、中部、上部等各部位进行观察，才能全面掌握幼穗分的变化。

3. 观察四分体时，要选取稍微带黄绿色的花药作材料。用镊子将花药放在载玻片上，用解剖针捣碎，再用醋酸洋红染色后，盖上盖玻片，置于显微镜下观察比较。

五、作业

（一）绘制在显微镜下观察到的小麦幼穗分化图像，并注明名称。

（二）将观察的植株形态及幼穗分化时期填入下表。

品种	播期 (月.日)	观察日期 (月.日)	单株分蘖数	主茎叶片数	生育时期	植株株型	穗分化期	幼穗长度 (cm)

（三）怎样从麦苗形态上来判断冬麦或春麦单棱期、二棱期、小花分化期、药隔期和四分体期？

（四）了解小麦幼穗分化进程，在田间肥水运筹上有什么重要意义？

第二章 作物育种学课程实验

试验一 小麦品种生态类型的观察

一、目的：

观察小麦品种生态类型苗期的主要性状，了解其特点及其与自然栽培条件的关系，供制定育种目标参考。

二、内容说明：

从事小麦育种工作，首先要正确地制订育种目标。研究小麦品种生态类型，了解小麦品种对自然、栽培条件的适应性，以及它自身的变化发展，从中找出品种演变发展的规律，作为制定育种目标的根据。

在小麦生产上，一个自然、栽培、经济条件(生态条件)大体相同的地区，种植很多小麦品种，虽然它们的性状各有不同，但它们的重要特征特性，特别是抗逆性和适应性方面，具有一系列的共同特点，即具有共同的基本特征特性，一般地把这类品种，概括通称为该地区的品种生态类型。

小麦品种生态类型是在一定地区的生态条件的总体长期作用下，经过人工选择而形成的，具有相对相同的性状，对该地区有很强的适应性，在适合的栽培条件下，能稳定地获得较高产量和优良品质的产品。而不同的生态类型，由于它们的外部形态、内部结构和生

物学特性都有一定的特点，因而，在生育期的长短、阶段发育所需要的条件、耐旱性、抗病性、抗虫性、抗倒伏性以及各种丰产因素均有差异，如果生态条件发生变化，特别是耕作栽培技术和经济条件的改变，可以引起品种生态类型发生变异而形成新的生态类型。因此，小麦育种工作者必须根据当地品种生态类型的特点，正确制订当地的育种目标，这样才能迅速地选育出新品种：

三、材料与用具：

小麦各种生态类型的品种播于试验区内。

铅笔、记载表、钢卷尺、小棍棒(长 15~20 厘米)。

四、方法与步骤：

1.选择和确定观察项目：

抗逆性和生育特性是考察小麦品种生态类型的最基本特性，丰产性是考察一定生态地区品种生态类型变化发展情况的重要特性，本试验因季节的限制，仅选择与抗逆性有关的苗相、分蘖性、越冬性和有关丰产性的叶色、株型等五项指标进行观察记载。

2.观察记载的方法和标准：

(1)苗相(幼苗生长习性)和越冬性。

苗相是指幼苗生长的姿态。可作为品种冬春性和越冬性的间接指标，越冬性是指小麦幼苗对冬麦外界综合条件(主要是低温)的适应能力和对不良条件(主要是冻害)的抵抗能力，主要表现是幼苗生长健壮程度和受冻情况。

苗相主要是测定幼苗的匍伏性，在小麦越冬及返青后用目测法进行测定，标准按 3 级。

1 级：叶片全部或大部分直立，为直立类型，一般抗寒性弱；

2 级：叶片离开地面，倾斜度 45。左右，为半直立类型，一般抗寒性中等；

3 级：叶片全部或大部分匍伏在地面上，为匍伏类型，一般抗寒性强。

五、作业：

以小组为单位，在实验田间根据苗期苗相，采用目测法调查 5 个样点，确定所调查小麦的生态类型。

试验二 小麦越冬性鉴定

一、目的：

观察越冬性能不同的冬性小麦品种在石河子地区的越冬情况；掌握冬性小麦越冬性鉴定的方法，并对鉴定品种做出评价。

二、内容说明：

冬性小麦越冬性鉴定一般常用的方法有两种：一是目测评定法，二是田间计数法。

(一) 目测评定法：

鉴定越冬性一般可分两次进行。第一次应该在入冬前进行，即在小麦开始越冬时进行。

采用目测法，可根据幼苗生长特性将其分为 3 级。

1 级：叶片全部匍匐在地面者，表示抗寒性强。

2 级：叶片及叶身部分离开地面而叶尖部分贴着地面，表示抗寒性中等。

3 级：叶片全部直立，表示抗寒性较弱。

第二次鉴定是在来年开春后小麦刚开始返青时进行。可采用四级目测鉴定法。

1 级：为越冬性最强型，整体绿色叶片多，叶色呈鲜绿色，仅叶片叶尖部分有冻死现象，下部叶片没有冻死或者冻死很少，可计为 4 分；

2 级：为越冬性较强类型，其叶片冻死部分较少，但下部叶片冻死较多，肉眼可见到地面有明显枯叶片，绿色叶片较少，可计 3 分；

3 级：为越冬性较差类型，叶片被冻死部分多于绿叶部分，在地面上可以看到整片枯叶，绿色叶片极少，可计为 2 分；

4 级：为越冬性最差类型，其上下部叶片全部冻死，可见到整片叶片枯死，个别地方甚至可见到整株死亡现象，可计为 1 分。

田间计数法是指在田间条件下，计数在越冬后植株存活数量，根据越冬前后植株数目的变化，推断某小麦品种越冬性的强弱。

三、材料与用具：

越冬性能不同的冬性小麦品种若干份。

米尺，计数器。

四、步骤和方法：

1.目测评定法：

在小麦开始越冬时，采用目测法，可根据幼苗生长特性将其分为 3 级。

2.田间计数法：

可用 5 点(大田)或 3 点双对角线定点计数。即在越冬前在所定点的行间，量出一米双行一段，作为测定样点，并在两端插上小棍固定起来。然后调查这 1 米双行植株数目(包括分蘖)。待越冬后(刚开始返青时)，再在原地调查现有植株的数目，最后根据下列公式求出越冬百分率。

越冬百分率(%)= (越冬后成活株数/越冬前总株数) × 100%

根据越冬百分率的大小来评定所选种材料或品种的越冬性能强弱。

五、作业：

以小组为单位，在冬小麦越冬前于试验田完成成对所种植小麦越冬性鉴定，开春后在复检。

试验三 小麦的室内考种

一、目的：

学习小麦室内考种的方法，掌握小麦的考种技术。

二、内容说明：

在选育和利用品种的过程中，除在田间条件下考察品种的生育期、抗逆性、抗病性、抗倒伏性等特性外，有些性状如种子形状、大小、色泽、品质等在田间鉴定无法进行或不便进行，则必须在室内考种，因此考种的方法和技术是育种工作者必须掌握的基本知识和技能。

室内考种的关键是取样的准确与否。样本的大小和代表性直接影响到室内考种结果的可靠性。实际中由于试验的目的、品种类型和考察性状的项目不同，对取样的要求也不尽相同。现以品种比较试验取样为例，一般是在小麦成熟之后，正式收获前进行取样。取样要有代表性，在一个小区内能否取得能真正代表该试验材料实际生长状况的样本，主要取决于小区地力的均匀度和试验材料生长的整齐度。当地力比较均匀，生长比较整齐一致时宜少，一般取 3~5 点即可，反之则需适当增加样点数。当小区面积较小、地力较均匀、试验材料生长比较整齐一致时取样面积宜小，一般每点 0.3m² 即可，反之则适当加大。

取样可采用对角线取样、棋盘式取样、整段取样三种。一般整段取样对地力均匀度，生长整齐度要求甚高；棋盘式取样则是适宜在大区试验条件下进行；对角线取样是小区试验取样的常用方法。

株高在很大程度上影响着单株与群体的抗倒伏能力，而倒伏的程度则又直接影响产量的形成。考察株高可在田间测量群体高度，也可取样后在室内测量。单株分蘖分为有效分蘖和无效分蘖，有效分蘖是指单株成穗并已结实的分蘖；无效分蘖是指分蘖未成穗前即已死亡者。

三、材料和用具：

小麦品种(系)的完整植株样本若干。

米尺、纸袋(或带牌细绳)、天平、解剖刀或刀片、铅笔、考种项目记载表。

四、方法和步骤：

1.取样：在每个实验小区内按对角线随机选取 3~5 点，每点取 1~2m² 或植株若干株(一般 30 株以上)。注意所取的每个样点要避开地头、边行、缺苗断垄或因其它人为、机械、病虫害等为害而生长较坏或最好的地块。取样后随即挂牌注明区号、名称、时间、株数等。

2.考种项目：

(1)株高：取样本 5~10 株(一般提取 10 株以下各性状考种株数都要相同，品种比较试验每重复都要取样考种)，测量主茎从基部分蘖节处至穗顶(不含芒) 距离，再求出平均数即为植株高度，以 cm 表示。

(2)单株分蘖：在测量株高的植株上数有效分蘖与无效分蘖，用个表示。

(3)穗数：在取回的样本内凡是有效穗一率计数，再按样本所取实际面积折算成单位

面积穗数，一般以 666.7m² 为单位来计。

(4)穗长：在测量株高的植株上，从穗轴基部量至穗顶(不连芒)的长度，求其平均数，以 cm 表示。

(5)每穗小穗数：在测定穗长的穗子上，依次数出每穗小穗数，并分别记结实小穗和不孕小穗，分别求其平均数。

(6)每穗粒数：在已测量穗长的穗子上，依次数出每穗结实粒数，求其平均数。

(7)小穗着生密度：在测量穗长的穗子上，以小穗总数(包括结实小穗，不实小穗)除以穗长，分密、中、稀三级。也有以主穗中部 4cm 内的小穗数来表示。

(8)小穗粒数：用每穗结实小穗除每穗粒数即得平均每小穗粒数，在测量穗长的穗子上计算之。

(9)单穗粒重：将已测量过穗部性状的穗子分别脱粒、称重，求其平均数，以 g 表示，亦可用株粒重除以单株有效穗，取其平均数。

(10)千粒重：将清选干净种子随机取两次重复，每份 500 粒，分别称其重量，以 g 表示。如两次重复间重量差不超过平均数的 5%，即以平均数的 2 倍(或两个 500 粒相加)作为千粒重，否则应再数取第三份 500 粒，最终取两份数值相近，其差值不超过平均数 5%的作为千粒重。

(11)产量：

理论产量：将前面考种记载的穗数、穗粒数、千粒重按照下面计算公式求，即成每公顷产量：

理论产量(kg / 666.7m²)= (666.7m² 穗数×穗粒数×千粒重) ×10⁻⁶

实际产量(产量)：将清选干净的实际收获产量，折算成每 666.7m² 产量，即为实际产量。试验小区收获时应除去边行和缺苗面积。

(12)成熟茎色：分红、白(白、黄)两级。

(13)穗形：分为纺锤形、圆柱形(长方形)、棍棒形、分枝形、椭圆形，一般认为圆柱形较利于丰产。

(14)穗色(颖色)：分黄色(黄、淡黄)、红色(淡红至褐色)、黑色(黑、兰、紫)三级。

(15)芒：芒分为四个类型：(1)无芒；(2)顶芒；(3)短芒；(4)长芒。

(16)芒色：分白色、红色、黑色三级。

(17)小穗排列：分排列整齐和不整齐两级。

(18)护颖：

颖形：分长圆形(披针形)、椭圆形、卵圆形、圆形四种。

颖肩：分无肩、斜肩、方肩、丘肩四种。

颖嘴：分钝齿、锐齿、鸟嘴齿、外弯曲齿四种。

(19)稃毛：

指护颖上有无茸毛，分有茸毛和无茸毛两种。

(20)粒色：

粒色一般分为红粒(包括淡红粒)；白粒(包括黄粒)两级。

(21)粒形：

分卵圆形、椭圆形、长椭圆形、圆形四级。

(22)籽粒质地：

一般分为三级，即：硬质(玻璃质，面筋质好、品质好)；软质(粉质、面筋质差、品质差)；半角质(介于二者之间)。考察时可用小刀横切断麦粒，观察其横断面。

(23)种子饱满度：

将脱粒的样本种子，随机取数十粒，一般分三级，“一级”表示饱满，“二级”表示中等饱满，“三级”表示不饱满。

(24)籽粒整齐度：

将脱粒晒干的样本种子均匀地铺开，观察籽粒大小的均匀程度，分整齐、中等整齐、不整齐三级。

3.室内考种结果的整理和总结：

考种结束后应仔细复查考种记载表内是否有遗漏或填错项目，并将室内考种结果与田间观察记载结果汇为一览表，便于比较分析，为评选优良品系提供可靠的实际资料和依据。

五、作业：

每人取一组样本 10 株，根据以上项目进行考种鉴定，并将各项结果填入考种表。

试验四 玉米类型鉴定及自交系识别

一、目的：

熟悉鉴定玉米不同类型的方法，熟悉玉米自交系识别的方法。

二、内容说明：

玉米属于禾本科(Gramineae)玉米属(Zea)。在栽培作物中 Zea 属只有一种，即 Zea mays L。

由于籽粒不同部位的结构(粉质胚乳和角质胚乳分布的比例和化学成分分布)及雌花护颖发育程度的不同，把玉米这个种又分为九个类型，各类型的特点如下：

(一)马齿型：

籽粒的两侧为角质胚乳，中央和顶部为松软的粉质胚乳。由于品种和栽培条件的不同，角质胚乳的厚度可能不同，马齿型玉米的籽粒很大，呈长型，侧面扁平，表面光滑，顶部凹陷，象马齿一样。这种凹陷的形成，是由于籽粒在成熟干燥时，角质胚乳和粉质胚乳不均匀收缩所致。茎秆高大，果穗很大，多呈圆柱形，生长期长，品质较差，产量高。

此类型玉米在我国栽培面积很广，并无明显的分布区域。我国过去栽培的品种有：金皇

后、白马牙、黄马牙、东陵自等。这个类型淀粉含量为 60~63%，蛋白质含量为 8~13.5%。

(二)硬粒型：

又称燧石种。整个子粒为角质胚乳所包住，粉质胚乳集中在中央部分。由于生长条件的不同，在不同品种中角质层的发育程度也不同，子粒透明而坚硬，品质优良。具有早熟、耐寒、适应力强的特性，是我国栽培的主要类型，在我国分布很广，品种颇多。如华农一号、华农二号、小籽红、大穗黄、大红袍等。这个类型淀粉含量为 56~75%，它是由 21%直链淀粉和 79%支链淀粉所组成，蛋白质含量为 7.7~14.8%，多作食用。

(三)半马齿型：

也称中间型，是介于马齿型和硬粒型的中间类型。子粒特征是顶部凹陷深度比马齿型浅，有的子粒近圆形，顶部仅有极轻度的凹陷，呈现白色或淡黄色。产量比硬粒型高，食用品质比马齿型好。我国过去栽培品种中有金顶子、白头霜、干白顶等。

(四)粉质型：

又称软质型。几乎胚乳整个都是粉质的，只有子粒的外围具有很薄的角质层，肉眼不容易看出。质地松软，顶部平正或稍圆，无光泽，子粒吸湿性大，容重低，子实较小，呈圆形。裙形、粒形与硬粒型相似。主要贮藏物质为淀粉(占 55~88%)，淀粉粒之间胶体糖类，蛋白质含数量只占 6.9~12.1%。

粉质玉米在我国很少栽培。河南辉县的“石灰婆”、世界知名的高赖氨酸玉米 Opaque 1 属粉质型。

(五)爆裂型：

属于比较原始的类型。植株和果穗均小，胚乳大部分是角质，只有胚乳附近一小部分为粉质。主要贮藏物质—淀粉占 62~72%，淀粉粒之间充满蛋白质和胶体糖类。因子实外围的角质是强韧而有弹性的胶状物质，当加热时不能抵抗子粒内部水汽所发生的压力，胚乳突破种皮，反向外面成为玉米花，其体积为子粒原来的 15~25 倍。本类型淀粉是由 23%直链淀粉和 77%支链淀粉组成，含蛋白质 10~14.5%。

此类型按子粒形状又分为两种：一为米粒型，籽粒顶部延长作尖形；一为珍珠型，籽粒顶部作圆形。爆裂种玉米植株较矮，果穗多而不大，子粒细小而坚硬，表面有光泽，玻璃质。此种类型在我国各地有少量栽培。

(六)甜质型：

因干燥时含于胚乳中的水溶性糖类失去水分，所以子粒表面皱缩。胚乳几乎全是角质，粉质胚乳只在胚的附近才有，切面透明。胚大，淀粉含量为 25~37%，含有糊精 19~31%，用碘溶液染之成红褐色。蛋白质含量为 12.8%，淀粉中直链淀粉占 60~98%，支链淀粉占 2~40%。

(七)腊质型：

又称糯质型。胚乳成分与硬粒型相似。子粒的周围为角质胚乳，在中央为粉质胚乳。

其角质胚乳不透明，含淀粉 60%，全由支链淀粉组成，呈糊精状，用碘溶液处理时发生红褐色。籽粒坚硬平滑，无光泽，切面成腊状，种皮白色，早熟，产量低。因原产于我国广西境内，所以有称为中国腊型的。

(八)甜粉型：

籽粒下部为粉质胚乳如粉质型，上部为角质，含有糖分的胚乳如甜型。此类型多分布在南美洲。

(九)有稃型：

籽粒外部包有长而大的稃壳(护颖及内外颖)，稃壳上有时具芒。植株常多叶，雄穗大，有着籽实的倾向，有高度的自花不孕性，是比较原始的类型，无栽培价值。

鉴定各类型时，应先观察果穗中部(距果穗顶部或基部 3~5 厘米)的成熟籽粒，用刀片切成纵剖面，观察其粉质胚乳和角质胚乳的比例。在鉴定果穗属于那个类型时，必须观察若干籽粒，不能只根据观察一粒的结果来决定。

玉米类型检索表

- 1.籽粒包在较长的颖壳内……………有稃型(*Zea mays tuni—Cata*)
 - 1.籽粒外露，稃壳极短
 - 2.籽粒加热时有爆裂性，果壳硬厚，全部为角质胚乳，种子较小…爆裂型(*Zea mays everta*)
 - 2.籽粒无爆裂性
 - 3.籽粒无角质胚乳，全为粉质淀粉，顶部不凹陷……………粉质型(*Zea mays amylacea*)
 - 3.籽粒有角质胚乳
 - 4.干时皱缩，胚乳多含糖质淀粉
 - 4.种粒几乎全部为角质透明胚乳……………甜质型(*Zea mays saccharata*)
 - 4z.种粒上部为角质胚乳，下为粉质胚乳……………甜粉质(*Zea mays amylacea—saccharata*)
 - 5.胚乳由 78%的杖链淀粉，22%的直链淀粉组成
 - 5.角质淀粉分布在籽粒四周，中间至粒琨为粉质，胚乳于时粒顶凹陷，呈马齿型(*Zea mays indentata*)。
 - 6.角质胚乳分布在粒的四侧及顶部，整个包围着内部的粉质胚乳，干时顶部不凹陷……………硬粒型(*Zea mays indurata*)
 - 6. 胚乳全部为支链淀粉组成，角质与粉质胚乳层次不分，籽粒呈不透明腊状……………糯质型(*Zea mays sinensis*)

各类型玉米籽粒性状的主要区别

性状	马齿型	半马齿型	硬粒型	粉质型	腊质型	爆裂型	有 稃	甜质型
----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

	型							
种子大小	大	大、中	大和小	大	小	小	小,有稃	大和中
种子形状	长、梯形	圆、厚介于马齿和硬粒之间	圆、而腹面和背面扁平	圆、而腹面和背面扁平	近圆形	圆稍扁,有时顶部尖	近长圆形	不定,扁有些角
种子顶部	下凹	凹陷浅或平顶	圆	圆	平圆	圆或尖形	圆	皱缩
种子表面	光滑	光滑	光滑	无光,平滑	无光,平滑	光滑或在顶部皱缩	平滑	皱缩
角质胚乳	仅侧面发达	比较发达	发达透明	无	角质多,不透明,腊状	很发达,几乎达全粒	角质发达	很发达
粉质胚乳	籽粒中部顶部发达	中部较多	仅籽粒中部有	很发达,几乎籽粒全部	仅子粒中部有	没有或仅胚乳有	仅子粒中部有	没有

2、玉米自交系的识别:

共分四次进行,第一次在室内对其籽粒形态进行,第二次是在幼苗期进行,第三次在抽雄吐丝期进行,第四次在成熟期进行。

三、材料及用具:

各种类型及主要的优良玉米自交系。

刀片、米尺、天平等。

碘溶液。

四、方法及步骤:

(一)对玉米类型的识别:

以不同类型为材料,根据各类型特征进行鉴定识别。

(二)玉米自交系的识别:

玉米自交系室内鉴别,可以从以下几个方面进行。

1.穗形:

(1)圆柱型:果穗基部、中部及顶部粗度相近,根据果穗相对长短可分为长圆柱形、短圆柱形。

(2)圆锥形:果穗基部较粗,向顶部变细,根据长短可分为长圆锥形、短圆锥形。

2.穗轴色: 分红、紫、白三级。

3.籽粒类型: 普通栽培玉米可分硬粒型、马齿型、半硬粒型、半马齿型四级。

4.籽粒色泽：分白、黄、橙黄、红、紫、黑。

5.质地：按籽粒光滑程度及角质胚乳的多少(或透明度)分角质、半角质、半粉质、粉质。

6.粒形：梯形：籽粒正面呈倒梯形，根据长宽比分为窄梯、宽梯；

扇形：籽粒正面呈扇形，根据长宽比可分为窄扇与宽扇；

圆形：籽粒正面呈圆形或圆球形。

扁圆形：籽粒正面为圆形、侧面看扁平。

幼苗期鉴定是在幼苗 4~6 片叶时进行，用目测记载。记载项目：

1、幼苗第一片的形状，分短圆形、长圆形、椭圆形三级。

2、叶色：分紫、深绿、绿、浅绿四级。

3、叶鞘色：分浅紫、紫、紫红、绿色四级。

4、叶相：指叶片伸展的角度，分斜上挺、平伸、披叶三级记载。

5、叶片特点：

(1)叶片长短，宽窄；

(2)叶片波纹：波纹大小，扭曲程度；

(3)叶片茸毛、腊质有无；

(4)叶片有无黄斑或其他斑点；

(5)叶片正反面叶脉颜色(主脉色)：分紫、绿两级；

(6)叶缘颜色分绿、紫两级。

7、生长势：从生长势还可知幼苗顶土能力的强弱。植株健壮的程度，分强、中、弱三级。

抽雄开花期的鉴定是在雄穗散粉的时期进行。观察记载项目：

1、株高：分高(2 米以上)、中(1.5~2 米)，矮(1.5 米 I~2 米)。

2、株型

倒卵型：普通玉米的株型多为倒卵型，茎夹角大(约 60°)，下部茎节密集叶片稍短，中部茎节、叶片(指果穗着生叶及其上、下各一片叶其 3 片叶)较长，上部茎节、叶片又较短。

筒型：叶片与茎杆的夹角较小，叶片较上冲，上中下无明显区别。

塔型：整株叶片上层小，中层较大，下层更大，呈塔型，叶片与茎杆夹角上部小，下部大。

3、叶：

叶相：上冲：叶片与茎的夹角较小；

平展：叶片与茎的夹角为 90° 。

下披：叶片与茎的夹角 $>90^\circ$ 。

叶长宽：分长短、宽窄。

叶色：淡绿、绿、深绿、红。

叶鞘色：绿、紫。

叶缘色：紫、黄。

曲波：大小及多少。

叶茸毛：有(多、少)、无。

4、雄穗性状：

分枝数：少(0—15)、中(15—25)、多(25 个以上)。

分枝类型：紧密、分散。

颖色：紫、红、白。

花药色：黄、紫、红、白。

5、雌穗性状：

着穗高度：以地面到穗的着生节位的高度分高、矮。

苞叶长：长、中、短。

小叶：有、无

穗柄长：长、适中、短。

穗的角度：大、适中、小。

花丝色：黄、白、红。

五、作业

1.仔细观察参试的各种类型玉米果穗特征,记录其特征。

2.以小组为单位,在幼苗期、抽雄吐丝期以及成熟期,对实验田中各玉米杂交种与自交系特征进行观察和调查,记录所观察各材料主要特征。

试验五 棉花子棉性状室内考察

一、目的：

明确棉花主要性状室内鉴定的重要意义，掌握棉花主要经济性状的鉴别方法。

二、内容说明：

棉花属经济作物，其主要经济性状特别是纤维品质的好坏，直接影响到纺织工业产品的质量。一般纤维长的，纺纱的支数高；纤维强度大的，纱布结实；纤维整齐的，原棉利用率高。这些性状在不同品种或不同的单株常有较大的差异。因此，对当选的育种材料，在田间鉴定的基础上，必须再进行室内鉴定，考察其经济性状的优劣，然后全面对材料进行综合分析，再决定取舍。

棉花主要经济性状鉴定内容，包括铃重、衣分、衣指、子指、绒长、纤维整齐度、细度、强度和成熟度等，但根据育种材料和要求不同，其鉴定的项目多少亦有不同。

一般在选种初期，选择的材料是单株，其鉴定的项目为：铃重、绒长、衣分、衣指、子指等。在选种后期，选择的材料是从品系比较、品比试验或品种区域试验中取出样本，

由于鉴定结果作为决选品种的根据，要求鉴定的项目应该全面、准确。具体鉴定内容为：铃重、绒长、衣分、衣指、子指、纤维整齐度、细度、强度和成熟度等。

三、材料和用具：

选种和种子生产过程中所选的棉花单株材料或品系鉴定、品比试验、品种区域试验中取的样本材料均可作为实验材料。

测纤维尺(毫米)、梳绒板、牛角梳、天平、台秤、解剖针、小型扎花机。

四、方法及步骤：

从供试材料中提取一定样品。

按照鉴定项目标准，依次鉴定。

(一)铃重鉴定：

取 20~50 个棉铃的子棉，称其重量，求其平均数，以 g 表示。如系单株铃重，由于单株结铃数少，可取 5~10 个棉铃称重求其平均数。准确用作测铃重的棉铃，在收花时就应该单收单放，并在纸袋上记下所收棉铃个数。

(二)纤维长度(绒长)鉴定：

在育种工作中，子棉多采用左右分梳法(即蝶形分梳法)测定绒长，此法测得的主体长度与有效长度没有显著差别，且方法简单，故有实用价值。

取子棉一瓢，从中部取子棉一粒，用解剖针顺着种脊将纤维向左右分开，即成蝶形，用梳子左右分梳，使全部纤维平直，注意尽量避免梳落纤维，然后用两手拇指和食指，轻轻拉住纤维两端，子尖靠下，子棉腹沟向下贴在黑绒板上，然后用直尺在每粒棉子末端主体长度处刻划一印，并以此印为界，量两边共有长度除以 2 即得纤维长度，以 mm 表示，一般测子棉 10 粒，求其平均数。

(三)纤维整齐度鉴定：

纤维整齐度可用纤维长度的变异系数，或纤维整齐度百分数求得。

1、用变异系数表示：此法是计算纤维长度的标准差占平均长度的百分比，再以此比值来表示纤维的整齐度。其计算公式是：

纤维长度变异系数(%)= (纤维长度的标准差/纤维长度平均长度) × 100%

凡变异系数愈大者，表示纤维愈不整齐，一般纤维长度变异系数的标准，以 5% 为整齐，以 5%~7% 为一般，超过 7% 者为不整齐。

此法测定整齐度，不仅计算费时，而且不能表现出同一子棉上纤维长度的变异同子差，所以近来测定纤维整齐度时，常采用纤维长度百分数的方法。

2、用纤维长度百分数表示：

用棉样的平均绒长加减 2mm 范围以内子棉粒数作为分子，用考察的子棉总的粒数作为分母，再乘以 100，其所得百分数即是纤维整齐度(%)

按上述计算，凡 90% 以上的为整齐，80%~90% 者为中等，80% 以下者为不整齐，此

法的效用与变系数相同，也不能表示同子差，但计算简易。

3、简易法：

能测定纤维的同子差和异子差。其方法是在用左右分梳法测定纤维时，分别测量每粒子棉蝶形翼中部和下部的纤维长度，然后再将两数相减即为同子差。一般陆地棉同子差在 3mm 以下者为整齐；在 4mm 以上者为不整齐。取同一品种 10 粒子棉，分别测定其蝶形翼的中部纤维长度，其最长的和最短的相减数即为异子差。异子差在 6mm 以下者为整齐，在 7mm 以上者为不整齐。

(四)衣分测定：

从样本中取 100~200g 子棉，轧花后计算皮棉重量占子棉重量的百分率。重复 3 次，求其平均数。

$$\text{衣分}(\%) = (\text{皮棉重量} / \text{籽棉重量}) \times 100\%$$

(五)衣指鉴定：

即 100 粒子棉的皮棉重量，从样本中取 100 粒子棉，轧花后称其皮棉的重量，以 g 表示，重复 3 次，求其平均数。

(六)子指鉴定：

即 100 粒子棉的种子重量。从样本中取 100 粒子棉，轧花后称其种子重量，以 g 表示，重复 3 次，求其平均数

(七)纤维细度测定：

测定纤维细度常用的方法有中段称重法和气流测定法两种。

1、中段称重法：

它是用来测定纤维单位重量内长度的一种方法。即是用 1g 重的纤维连接起来的总长度，以 m / g(公制支数)的测定方法，先用感量 25mg 的扭力天平，称取样品 10mg 的皮棉样本，用手整理整齐成一束，用一号夹子从棉束的尖端分层夹取纤维置于限制器绒板上，反复两次，再用一号夹子夹住棉束梳去游离纤维，然后用中段切取器切取中段 10mm 长的纤维段，置于玻片上放置片刻，待纤维表面无水时再称重，然后在显微镜下数其根数，即可求出细度(m / g)，其计算公式如下：

一般陆地棉的纤维细度为 5000~6000m / g，海岛棉在 7000m / g 以上。

2、气流测定法：

目前我国气流测定常用仪器有两种，一种为动力气流式纤维细度仪，它是使气流通过一定重量、一定容积的试样，在试样上产生一定的压力差，根据通过气流的流量决定纤维的细度，由转子流量计的转子直接指示出细度读数。另一种仪器为微压气流式纤维细度仪，该仪器主要利用固定的压力在一定试样重量下，因流量通过试样，产生阻力大小形成压力差，通过斜管压力计表示出读数，来确定纤维的细度。

(八)纤维强度的测定：

测定纤维强度目前我国主要采用两种方法，第一种方法是用水压式单纤维强力机逐渐测定纤维强力，所得结果表示单根纤维断裂时所受的力，用 g 表示；第二种方法是束纤维强力机测定一束纤维的强力，再通过测定每 mg 纤维根数，来计算每一束纤维的根数，从而求得平均单纤维强力。

单纤维强力乘细度值为断裂长度，用 km 表示，它表明若干 km 总长的纤维其重量可将自己拉断，断裂长度代表束纤维强度，束纤维强力较单纤维强力更接近纱的强力。

5、纤维成熟度的测定：

常用的方法有三：第一种方法是中腔胞壁对比法，即根据中腔胞壁的比例大小，用相应的成熟系数表示。

第二种方法是偏振光法(应用一级红、二级红补偿器)，根据棉纤维对偏振光所产生的色偏振现象，按不同成熟纤维所呈现的不同色彩来测定棉纤维的成熟度，用成熟百分率表示。

第三种方法是氢氧化钠处理法，即每品种取试验样一束，用手扯整理平直，拉出其中约 50 根左右，平行分散在载玻片上，用盖玻片盖好，然后左手用吸水纸夹住玻片，右手按吸管，使管内的 Na OH 溶液顺两玻片之隙缝流入试样内，待全部湿润为止，经 1~2 分钟，再滴入刚果红，再经过 1~2 分钟以后，再用滴管将蒸馏水滴入玻片间，将刚果红洗净，用吸水纸吸干，在显微镜下观察，经处理后的棉纤维，凡成熟的纤维转曲成链状，次成熟的纤维扭曲度较少，成熟的纤维则膨胀成玻璃棒状，而无转曲；完全成熟的纤维除膨胀成玻璃棒状外，还有规律的红色小条纹。每品种观察二次，数出各种类型的根数，然后可求得纤维成熟度的百分率：

$$\text{成熟度 (\%)} = \frac{\text{成熟根数} + \text{完全成熟根数}}{\text{总根数}} \times 100$$

五、作业：

每人取子棉 10 粒，测定铃重、纤维长度、纤维整齐度、衣分、衣指、子指六项性状，并将结果填入表中。

试验六 植物雄性不育系与花粉育性鉴定

一、目的：

掌握小麦雄性不育系植物学形态特征，掌握小麦花粉育性鉴定技术。

二、内容说明：

雄性不育是指雌雄同株作物中，雄性器官发育不正常，不能产生有功能的花粉，即花粉败育，但它的雌性器官发育正常，能接受正常花粉而受精结实的现象。

雄性不育一般可分为 3 种类型：①细胞质雄性不育型，表现为细胞质遗传。②细胞核雄性不育型，表现为细胞核遗传。③核-质互作不育型，表现为核-质互作遗传。

雄性不育系雄蕊败育大概可分成以下几种类型：(1)花药退化型，一般表现为花冠较小，

雄蕊的花药退化成线状或花瓣状，颜色浅而无花粉。(2)花粉不育型，花冠、花药接近正常，往往呈现亮药现象或褐药现象，药中无花粉或有少量无效花粉。镜检时，有时会发现少量干瘪、畸形以及特大花粉粒等，大多数是无生活力的花药。(3)花药不开裂型，虽然能形成正常花粉，但由于花药不开裂不能正常散粉，花粉往往由于过熟而死亡。(4)长柱型功能不育，花柱特长，往往花蕾期柱头外露，虽然能够形成正常花粉但散落不到柱头上去。(5)嵌合型不育，同一植株上有的花序或花是可育的，而有的花序或花则是不育的，在一朵花中有可育花药，也有不育花药。

作物雄性不育系的鉴定，一般采用植株形态、花粉育性镜检、套袋自交鉴定等方法。

三、材料与用具：

小麦雄性不育系与正常小麦开花期植株。

显微镜，载玻片，盖玻片，镊子，滴管，吸水纸，标签，羊皮纸袋，回形针等。

1% I₂.KI 溶液：用 5~10ml 的热水溶解 2g 碘化钾(KI)后，加入 1g 碘，待充分溶解后 定容到 300ml，贮存于深棕色瓶中。

四、方法与步骤：

（一）田间雄性不育株和正常株花器构造和开花习性观察

在不育系育种田间对不育系及正常植株田间，各选取 10 株开花期植株，逐株观察，比较其花药形态、花药开裂等情况和颖角度等形态特征区别。

小麦雄性不育与正常可育株的性状比较

主要性状	雄性不育株	正常可育株
开花时花颖的张开角度	较大，外观明显	较小，外观不明显
开花时花颖的张开时间	可达 10d 左右	短暂，不常看到
开花时雌蕊的柱头	伸出颖外，可达数日	不伸出
开花时花药	无或不伸出	多数品种伸出
花药形态	无花药或瘦小、空瘪	肥大，饱满
花药开裂	不开裂	纵裂或孔裂
花粉数量	很少，不散出	很多，随药裂散出
花粉形态	皱缩，空瘪	圆球形
花粉内含物	无或很少	饱满
花粉对碘溶液反应	不染色，个别染色较浅	染成蓝黑色
套袋隔离自交	不结实	正常结实

（二）在显微镜下观察雄性不育株和正常株花药形态及花粉形态

1.分别从不育性和正常可育株上随机选取已经开花的穗 5 个，标记好标签，带回室内。从中选择花药已经伸出的花朵 5 个，剥开内外颖，从每花朵中用镊子取出花药 3 个左右来制作镜检片。

2.将花药分别置于载玻片上，用镊子轻轻捣碎，滴入 1 滴 I₂-KI 溶液染色，去掉药壁后盖上盖玻片，用吸水纸吸取多余 I₂-KI 溶液，待镜检观察。

3.将制好的玻片置于 100 倍显微镜下仔细观察。每片各选有代表性的视野 3~5 个，逐一观察花粉粒的形态和染色反应。正常花药呈饱满圆形，花粉粒大小均匀，因含有较多淀粉粒，遇 I₂-KI 溶液呈黑紫色。不正常花粉因败育时期不同，花粉粒呈现不同形态，遇 I₂-KI 溶液表现为不染色或染色较浅。统计每个视野中不育花粉粒的数目，计算不育花粉的百分率：

$$\text{不育花粉率}(\%) = (\text{不育花粉粒数} / \text{观察总花粉粒数}) \times 100\%$$

（三）雄性不育株和正常可育株自交结实性观察

套袋自交是鉴定育性的最为准确、最可靠的方法。在不育系与正常可育株中选择刚抽穗或尚未开花的穗子，每个材料选择 5 个穗，套上羊皮纸袋，用回形针固定，做好标记。2 周以后去掉羊皮纸袋，分别统计自交结实情况。凡只要有一粒结实就算可育株。计算不育株率：

$$\text{不育株率}(\%) = (\text{不育株数} / \text{套袋总株数}) \times 100\%$$

五、作业：

1. 将观察的小麦不育株与可育株的性状进行比较，指出其主要差异。
2. 绘制显微镜下观察到的败育型和正常型花粉粒图。

试验七 田间杂交育种流程认识

一、目的：

品种间杂交育种的工作环节，了解各试验圃的田间设计和工作内容。

二、内容说明：

在小麦杂交育种工作中，从制定育种目标到选育出新品种的育种程序一般是：搜集、研究原始材料，亲本选配和杂交，杂种后代选择，优良品系鉴定，品系决选，以及新品系提交区域试验和生产试验等试验阶段所组成。

根据上述工作阶段，育种试验田一般分设原始材料圃、亲本圃、选种圃、鉴定圃、品种比较试验、品种区域试验和品种生产试验等，各程序的试验目的、工作内容分析如下：

（一）原始材料圃和亲本圃：

原始材料圃种植国内外搜集来的原始材料，按类型归类种植，每份种几十株。要严防机械混杂和天然混杂，保持其纯度和典型性，在原始材料圃对每个材料要进行比较系统的记载，并根据育种目标选出若干材料作重点研究，以备选作杂交亲本。

从原始材料圃中每年选出若干材料作杂交亲本，种于亲本圃，根据需要分期播种以调节花期，加大行距以便杂交操作。

(二)选种圃：

种植杂种后代的地段称选种圃。

选种圃中根据对杂种后代的处理方法不同种植也有所不同。若按系谱法处理， F_1 、 F_2 按组合混种，点播稀植，从 F_3 开始，将上代当选单株的种子种成株行(即系统)，一般种植4~5代即可。稳定一致优良系统按系混合收获，混合脱粒。

若采用混合法，则从 F_1 开始都按组合混收混播，直到稳定后选单株为止，下一代则种植株行。

选种圃的目的，使杂交后代的遗传性迅速稳定，以便从中选择最优品系升级。

(三)鉴定圃：

播种选种圃升级的材料，其任务是对这些材料进行产量比较，鉴定其一致性及进一步对各性状进行观察比较。鉴定圃小区面积较小，一般为几个 m^2 ，重复次数较少，为2~3次，采用间比法排列。每隔4区或9区设对照，试验条件应接近大田生产条件。

(四)品种比较试验：

种植鉴定圃升级的材料。在较大面积上进行更精确、更有代表性的产量试验，并对品种的生育期、抗性、丰产性等作更详细和全面的研究。在品种比较试验中材料数目少，要求高，因此，小区面积要大些，一般10~15 m^2 ，重复3~5次，宜采用随机区组法，对照按试验品种对待参加试验，试验地的耕作、播种、管理等作业力求接近大田生产条件，提高试验的代表性。

品种比较试验以后，对优良的品系，在投入大田生产之前，必须进行品种区域试验、生产试验及栽培试验，以确定该品种适宜的推广区域及其栽培技术，同时大量繁殖种子。

一般经过上述试验，即可完成常规育种程序，有望选育出一个新品种。通过品种审定后即可在生产上进行推广。

三、材料及用具；

小麦育种试验地

米尺、铅笔等。

四、方法：

在教师指导与讲解下，进行实地参观。

五、作业：

根据讲解与实地参观，比较说明各试验圃的异同点与联系。

试验八 小麦有性杂交

一、目的：

了解小麦的开花生物学特性，掌握小麦有性杂交技术和自交方法。

二、内容说明：

小麦为复穗状花序。穗轴上有多数的节，每一节上着生一个小穗，小穗互生排列成两行，一般每行有 7~10 个小穗，中部的小穗比较大，两头的小穗比较小，基部的小穗常因为缺乏养分而不结种子。

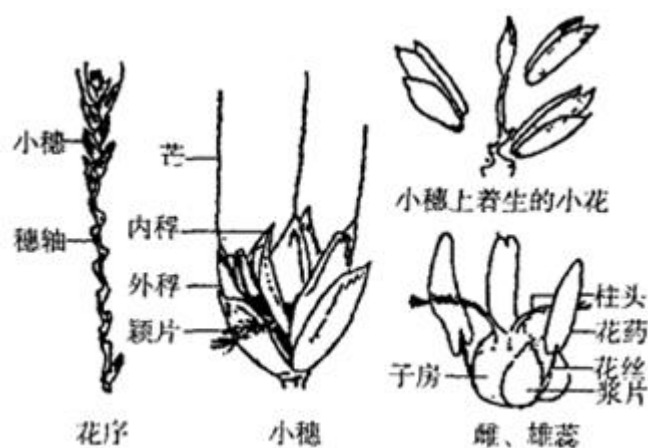


图 小麦的花器构造图

小穗：每个小穗两边各长一个护颖，两个护颖中间一般长 3~5 个小花，两边的小花大，容易结种子，中部的小花小，常常因为缺乏养分不结种子。

小花：每个小花有一个外颖和一个内颖，向穗外方伸长的花颖叫外颖。有芒的品种在外颖上长有长芒或短芒，向穗之内方伸展的花颖为内颖。外颖包着内颖。外颖和内颖中间有一个雌蕊和三个雄蕊。雌蕊由子房和柱头组成，子房呈卵圆形、白色，受精后发育成一粒种子，子房上生长一个羽状二裂柱头，开花时接受花粉。雄蕊长在雌蕊周围，由花丝和花药组成，每个花药有两个花粉囊，花粉成熟时花药由青色变黄色，子房的基部有二片白色透明的圆形鳞片。

小麦开花习性：小麦抽穗时期随品种及地区而不同，亦因当年的气候条件而异。在石河子地区冬性小麦一般地 5 月中旬至下旬抽穗，春性小麦在 5 月下旬至 6 月上旬抽穗，后期气温高，甚至刚抽穗即开花。

小麦的开花顺序是：同一株上主茎穗开花最早，同一穗子中部的小穗先开花，然后依次向上、向下部开放。同一小穗上基部的小花先开。一个穗子从始花到终花约需 3~5 天，亦有延长为 3~8 天。以第 2、3、4 天开花最多。干旱天气开花期缩短，潮湿天气开花期延长。

小麦开花适宜温度因品种而异，一般开花的最低温度为 9~11℃，如遇 2~3℃低温则受害，但在我国南方和高寒地区，开花时遇到 2~3℃低温，开花仍正常，未见受害现象，开花时如遇干热风 and 超高 40° 高温会出现不同程度的受害。

小麦开花时，鳞片吸水膨胀，使内外颖逐渐张开，柱头上分泌粘液，与此同时，花丝伸长，花粉囊顶部形成裂缝，花粉从裂缝散出，落于雌蕊柱头上，花丝继续伸长，并将花

药送出颖外，由于小麦的柱头常常是接受本小花的花粉受精，因此小麦是自花授粉作物。一个小花开放时间约 15~20 分钟。

小麦开花日夜均可进行，但以白天较多，在白天上午和下午都有一个高峰。开花最多的时间，随品种、地区和气候条件(特别是日温度与湿度)不同而异。在石河子地区一般上午 9~12 时及下午 5~7 时最盛。

授粉后经 11~2 小时，花粉粒便开始萌发，再经 40 小时左右受精，柱头保持授粉能力因地区及品种不同而异，石河子地区在正常条件下可达 11 天，但第 5 天以后结实率下降，花粉粒维持生活力的时间很短，如早晨收集的花粉在田间条件下贮藏在一般纸袋中，到中午时萌发率便降到 40% 以下。

三、材料与用具：

小麦品种若干。

小剪刀、小镊子、花粉收集器(可用小酒杯代替)、纸牌(宽约 3~4 厘米)、羊皮纸袋(宽 4~5 厘米长约 15 厘米)、大头针或回形针、铅笔、50% 以上酒精、小凳等。

四、方法与步骤：

1、观察小麦花器构造，并绘图说明。

2、按指定的品种选定 5 株，作上标识，于小麦抽穗后，每天从早到晚，定时(每隔 1~2 小时)观察该 5 株开花情况(时间、顺序、数目)，并绘制开花顺序图式，同时记录当时小气候的情况，观察至开花结束时为止。

3、小麦有性杂交的步骤和方法：

小麦杂交工作分为选株选穗、整穗、去雄、采集父本品种花粉、授粉和收获杂交穗子六个步骤。

(1)选株选穗：

在预先确定的杂交组合中(父、母本必须花期相遇，否则要调整花期使其相遇)，在母本群体中选择健壮无病、丰产性状好的典型植株。选择的植株必须是穗子从叶鞘刚抽出，检查穗子中部的小穗，以两边小花的花粉囊开始由绿变嫩黄，雌蕊柱头尚未成羽状时去雄为佳。

(2)整穗：

为便于去雄和授粉，在母本的穗子选好以后，用剪刀将芒从基部剪去(若用捻穗法或瓶插法，整穗时应将颖壳齐柱头以上剪去，即剪去颖壳 1/3 左右)，同时除去穗子上部和下部发育不良的小穗，一般只留中部 10 个左右健壮小穗，在每个小穗中，用镊子拔除小穗第三个以上的小花，只留基部两朵小花。

(3)去雄：

用左手的拇手和中指夹住麦穗，用食指轻压小花颖壳顶端，使内外颖张开，右手持镊子伸入颖壳内，仔细取出花器中三个花药。要求顺序地由上到下，去完一侧小穗再去另一

侧，以免发生遗漏。如花药已呈黄色，应注意勿使花药破裂，小花内不要遗漏花药碎片，也勿伤及雌蕊。若发现花药已破裂、花粉散出时，随即将此花除去，并用酒精杀死镊子上的花粉。待整个穗子上全部去雄完毕后，将镊子蘸上酒精以杀死花粉，同时用羊皮纸袋将已去雄穗套袋隔离，纸袋下部开口折成角(注意不要将剑叶套入袋内，或去雄时将它折断)，用回形针或大头针别好，挂上纸牌，牌上注明母本名称、去雄日期、去雄者姓名。

(4)采集父本品种花粉：

在上午开花盛期采集花粉，采集花粉时，注意选择优良健壮无病的典型父本品种的植株。选择穗子上中部有 1~2 个小花开放，从中挑选未开放的小花检查其花药已变黄成熟，尚未破裂者，用镊子将花药取出，或用其它方法采集花粉，放于花粉收集器中。注意边采集父本品种花粉边授粉。

(5)授粉：

去雄后 2~3 天，柱头呈羽状分叉时，于上午 9 时以后或下午 5 时以后进行授粉，尤以上午授粉较为适当。授粉的方法通常有以下 2 种：

①常规授粉法：

于上午或傍晚花盛开时，首先用花粉收集器(小酒杯、小培养皿、或光滑硬纸折叠成皿)收集新鲜的、成熟的、黄色的花粉，可用镊子在将开花的小花中取出花药放入皿中，或者把将开花的小穗剪去一些颖壳，促使开花，或者抚摩即将开花小穗的穗部，略待数分钟即见露出花药，此时可用皿将花粉接住，同时轻轻弯下穗和抖动穗子，就有许多花粉落入皿中。

授粉时，先观察去雄是否干净，如果去雄不干净视情况可将全穗弃去，根据情况先将去雄穗隔着纸袋轻轻抚摩 1~2 次，促使颖壳张开(如颖已张开不必抚摩)。取下隔离纸袋，用镊子沾少许花粉(或用毛笔沾花粉)分别授到每朵花中，注意授粉也要有顺序以免遗漏。全穗授粉完毕，套上纸袋，在纸牌上注明父母本名称、授粉日期、授粉者姓名，并剪去牌子一角，以便区别未授粉者。此法工作要求细致，特别是父本品种植株较少时宜采用。

②捻穗授粉法：

从生长健壮的父本植株上剪取刚有几个小花露出颖外的穗子数个(如授粉组合较多，可分别取父本穗各扎成一束，注明品种名称，插入有水的瓶中放在遮阴处，这样可维持父本 4~5 小时内有效)，将小花齐花药上端的颖壳剪掉(最好触及花药)，略待片刻，花药即可伸出。

为节约时间可将剪颖后的穗插在避风而太阳照射到的地上备用，等待花药伸出时即可授粉，(亦可将剪颖后的穗直接插入已去雄的母本穗隔离纸袋内，待花药伸出即可授粉)。温度低时，可将穗子放在手中轻轻敲打，或握在手中，可促进花药很快伸出。

用捻穗法授粉的母本所套的隔离纸袋是两端开口的，去雄完毕套袋时，将袋上端折叠并用大头针或回形针封好。授粉时，先去掉上端的大头针，观察去雄是否干净，然后手执父本穗从袋开口处小心地插入袋中(注意勿将花粉撒在袋外)，然后捻转父本穗，使其围绕母

本穗旋转数周，取出父本穗(亦可不取出)，立即把纸袋上端叠好并原样封好。然后在纸牌上如常规法注明父本品种名称和授粉时间与授粉者姓名。为保证充分授粉提高结实率，每个母本穗亦可用 2 个父本穗授粉。

“捻穗法”较常规授粉法授粉工效高。授粉结实率高达 85~95%。

(6)杂交穗子收获:

待杂交穗籽粒成熟时，要尽早收获杂交穗子，防止落粒。收获时，先在母本品种中采收杂交穗子，再按父本品种分开，将相同杂交组合的杂交穗子扎成一把，挂上牌子，或装在一个纸袋中，写明杂交组合的母本品种和父本品种的名字，然后晒干脱粒，这就是杂交种子。

(7)小麦的自交技术:

小麦是比较严格的自花授粉作物，天然异交率极低。因品种和开花期气候条件不同而有一定程度差异，一般异交率为 1~4%。在现代小麦育种实践中，出于试验目的、采用方法、要求程度等不同，常常要用人工自交的方法。其具体做法是:

①选株选穗:

按试验要求在同一品种内选择将要开花的健壮无病的植株或单穗。

②套袋自交:

将选好的穗用羊皮纸袋套上，纸袋下部折合成角，夹上回形针(或别上大头针、线捆)即可。

五、作业:

- 1、根据观察，绘制小麦花器构造图。
- 2、根据观察，绘制开花顺序图。

试验九 玉米杂交与自交

一、目的:

了解玉米的开花生物学特性，练习玉米的自交和杂交技术。

二、内容说明:

玉米是雌雄同株异花、天然异花授粉植物，自然异交率高达 95%以上，故品种的遗传性相当复杂。现代玉米生产主要是利用玉米自交系间杂交种的杂种优势来提高产量，优良的自交系是通过多代连续自交分离和选育两成，然后将所选用的自交系配制成自交系间杂交种。

(一)玉米的花器构造和开花习性。

1、花器构造:

雄穗(俗称天花)由主茎顶端的生长锥分化而成，为圆锥花序，分主轴和侧枝两部分，主轴着生 4~11 列，侧枝着生二列成对的雄小穗，每对小穗中有一个柄，位于上方，另一无

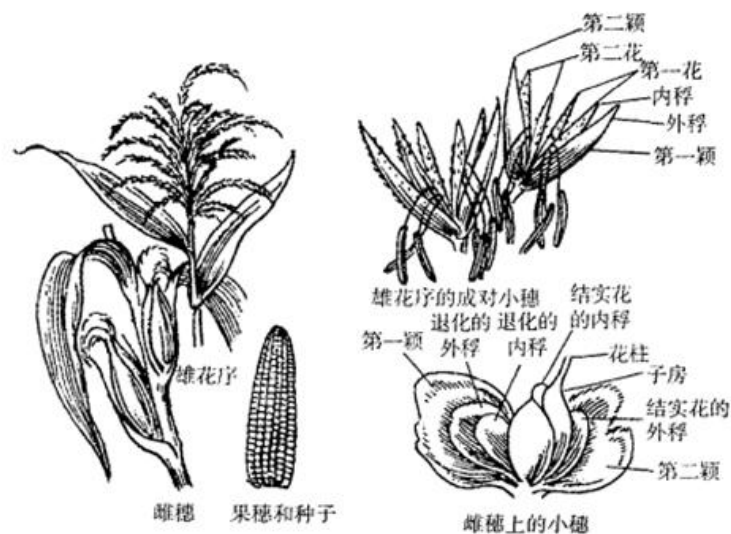


图 玉米花器构造图

柄，位于下方。每小穗有两片护颖包着两朵小花，每朵小花又由内向外包藏着三个雄蕊，雌蕊退化。雄蕊的花丝顶端着生黄色、绿色或紫色花药，当雄蕊成熟时，外稃张开，花丝伸长，花药露出，颖片开裂散粉，每个花药内大约 2500 个左右的花粉粒。

雌穗为肉穗花序，由腋芽发育而成，结实后称为果穗。茎秆除上部第 4~5 片叶外，每一叶腋中，均有一个腋芽，除多果穗品种外，通常只有 1~2 个腋芽发育成雌穗(大多位于植株中上部)。雌穗由穗柄、穗轴、雌小穗和苞叶组成，穗轴上着生纵向成对数百个雌小穗。雌小穗无柄，基部有护颖两片，每一对雌小穗亦有两朵花，其中一朵不育，仅一个花朵由内外稃、子房和丝状柱头组成，能正常结实。由于小穗的成对性，基部联合，小穗内只有一花结实，所以果穗上结成的粒行数均成偶数。

2、开花习性：

玉米的雌雄穗由于着生的部位不同，在生长发育上也产生了差异，同株上雌雄穗开花的时间，一般是先雄花后雌花，但也有雌雄花同时或先雌花后雄花。雄穗自顶叶抽出后一星期左右(早者 3~4d，晚者 10d 以上)，便开花散粉。开花顺序是先主轴后侧枝，开花后的 2~4d，为盛花期。每天上午 8~13h 开花，而以 9~12h 开花最盛，14h 以后显著减少，阴天、雨天开花盛期则向后推迟，高温干燥则使花期缩短。每朵花开放时间约为 1h 左右，开花时，花药伸出颖外，开裂散粉。雄穗开花的适宜温度为 20~28℃，适宜的相对湿度为 65~90%。温度超过 30℃，或低于 11℃，相对湿度低于 60%时，开花减少，甚至发生“晒花”现象，湿度过大，花粉易吸湿成团，已结团的花粉就会失去生活力，高温干燥也会使花粉失去生活力。一个雄穗可连续开花 7~9d。

玉米花粉粒细小呈球形，主要靠风力传播。花粉的生活力与气候条件有很大的关系，在田间条件下，能维持 5~6h，如在温度为 5~0℃，相对湿度为 50~80%的有利条件下，其生活力可维持到 24 小时以上。

雄穗散粉后 2~4d，同株雌穗的花丝开始外露，同一雌穗，各部分花形成的时期不同，

花丝生长速度不同，各个小花和叶顶端距离不同，所以抽丝先后各异。通常以中下部的花丝先抽出，然后向上向下，以顶部花丝抽出最晚，从花丝开始伸出到全部抽齐约需 2~5d，花丝抽出即具有授粉能力，但以抽出后 2~3d 最易于授粉结实，7d 后开始下降(人工授粉必须抓住这个时期以提高结实率)。花丝授粉能力可维持 10d 左右，甚至可达半月之久(依当时气候条件而异)。花丝各部分都具有授粉能力，因此花粉落在花丝任何部分都能受精结实。抽出的花丝如未经受精，可继续伸长达 40cm，保持新鲜色泽；一经授粉，2~3d 内，便很快萎蔫而变为褐色，花粉借风力外散，一般落于四周 2~3m 处，远的可达 500m 以外，花粉落于柱头上后开始发育，长出花粉管，授粉后 20~25h 即可受精。一般受精后 20d 左右种子就具有发芽能力。

三、材料与用具：

玉米自交系材料

剪刀或小刀，大羊皮纸袋(40×25 公分)、小羊皮纸袋(10×25 公分)、回形针、大头针、纸牌、铅笔等。

四、方法与步骤：

(一)玉米的自交技术：

1、攀雄就雌法：选择生长良好的植株，在雌穗花丝将抽出苞叶前雄穗主轴开始开花时，用手将穗节间捏扁，使组织柔软，穗部向下弯曲，雄穗下垂(不要折断)，用一个两端开口，长 50~65 公分，宽 15~20 公分的羊皮纸袋，一头套在雌穗上，一头套在雄穗上(纸袋要直，中间不能曲折)，上、下开口处用线绳或回形针扎严，以防外来花粉串花。散粉抽丝期抖动两、三次，以使充分授粉，授粉后半月左右，雌穗花丝变枯无新鲜花丝时，除去纸袋，挂上纸牌，并注明材料名称和自交符号 $\otimes$ ，成熟后单收，单藏。

2、套袋法：

(1)选株套袋隔离：

应选择性状优良而典型的植株作自交。在其雌穗花丝快要抽出而又未抽出时，用或剪刀割去雌穗顶部叶少许(约 3cm 长左右，以不伤穗轴为宜)，迅速用羊皮纸袋将雌穗套上，并用圆形针或线将袋口夹(扎)牢靠，要注意使纸袋留有余地，以免雌穗伸长时顶破纸袋而影响隔离效果。与此同时用羊皮纸袋将其雄穗套住，套袋时应先将已散完粉的花药用手摇掉，袋口一头要紧紧包住雄穗基部(和顶叶一起夹紧)，以免大风吹落。

(2)自交授粉：先采粉，一般在上午露水干后而能散出花粉的 9~12 时进行采粉。采集花粉时，应先将雄穗轻轻弯下，用手敲打套雄穗的纸袋，以抖掉袋外附着花粉和尽量振落袋内雄穗花粉，然后取下纸袋，迅速扎紧袋口，以防止其他外来花粉飞入造成混杂。

授粉时，授粉者应站在上风方向；或用草帽遮住果穗上方，挡住风，而后将袋内花粉集中在折叠的纸袋口处，再轻轻取下套在雌穗上的纸袋，很快地将花粉抖落在花丝上，随即将套雌穗的纸袋再套好，并用回形针夹紧或捆好。授粉过程中要特别注意防止混杂，保

证质量，但当手及剪刀等用具上粘附有花粉时要用酒精擦净，而且要始终注意做到手指不触花丝和雌雄袋的内壁。

(3)挂牌：授粉套袋后应挂上纸牌，写明材料名称或田间行号、授粉方式(一般用 0 表示自交、用(s)表示系内混合授粉)、授粉日期和授粉者姓名。

(4)授粉后的管理：授粉后要经常到田间去检查，松动纸袋，防止雌穗纸袋破裂或脱落。

凡花丝未全部萎缩而纸袋破裂或脱落的授粉果穗都应予以淘汰。用过的雄穗袋要在阳光下曝晒隔 1~2d 后再用，以防混杂。待成熟时，及时采收果穗，并连同纸牌收好，晒干后妥善贮藏。

(二)玉米杂交技术。

在确定作杂交亲本的自交系内，选择生长好的典型植株套袋，并于开花时进行杂交。玉米套袋杂交技术的基本要点与套袋自交技术相似，不同点是：所用的雌花穗和雄花粉是分属两个不同的亲本自交系。

1、在母本自交系的植株上套雌穗，授粉前一天在父本植株上套雄穗，而不是在同一植株上套袋取粉。

2、杂交授粉后在纸牌上注明组合名称或父本的行号(一般用“×”表示杂交符号，“×”号前边写母本名称，“×”号后边写父本名称)，以便查考。成熟后先收套袋的果穗，核对无误后再将同一组合的杂交果穗混合脱粒，干燥和装袋。

作杂交用的亲本如果生育期不同，花期不能相遇，可调节播种期来调节开花期，即把晚熟的亲本先播种，晚熟亲本提前播种的天数为双亲开花期相差天数的二倍左右，夏播时为一倍左右，通常在自交系培育区来分期播种以调节开花期。为便于种子生产，父、母本开花期应尽量选配相近的。

五、作业：

- 1、观察并绘制玉米花器的构造图式。
- 2、调查观察玉米开花习性。
- 3、每人自交杂交 4~6 个果穗，成熟后交来种子以便下年播种。

试验十 棉花有性杂交

一、目的：

了解棉花的开花生物学特性，掌握棉花有性杂交和自交技术。

二、内容说明：

棉花在现蕾后 25d 左右开花。棉花的花为单生，每朵花有一个花柄，花朵的最外层是三片苞叶，多数陆地棉花在每个苞叶基部的外侧中间有一个蜜腺(有些陆地棉品种和中棉则无)称为“苞外蜜腺”，连接处的蜜腺称“苞内蜜腺”。花冠由五个花瓣组成。海岛棉花瓣最

大，多为柠檬黄色或金黄色，陆地棉花瓣一般为乳白色，基部很少有红斑。草棉的花最小，中棉次之，多为黄色，基部都有红斑。花冠基部围着一圈波浪形花萼呈杯状，上部有五个裂片，在花内侧，有一圈窄环状蜜腺，称萼内蜜腺。花的中央是雌蕊和雄蕊，每个雄蕊由花药和花丝组成，花丝的基部连成一体，形成一个雄蕊管，包在雌蕊花柱的外面。陆地棉一朵花通常有 100~150 个花药，花药一室，肾形，每个花药内含有数十粒到 100 多粒花粉，花粉球形，表面有许多小刺。

雌蕊由柱头、花柱和子房组成。雌蕊的顶部是柱头，底部是子房，中间有花柱相连。子房是棉铃的雏形，由 3~5 个心皮(室)组成，每室内有 7~11 倒生胚珠，一般每室顶尖上只着生一个胚珠，其余成对排列。花柱较细，有油腺。柱头乳白色 3~5 裂有刺状突起，开花时分泌粘液，便于粘着花粉。

开花前一天下午，花冠急剧伸长，突出于苞叶之外，第二天早晨开放，一般在上午 10~12 点左右开花最盛，下午 3~4 点钟后，花冠萎缩，次日变成红色，完全凋谢后的花冠，一般连同雄蕊管、花柱头一起脱落。

棉花受精过程，约在授粉后 20~48h(因品种、栽培条件而异) 完成，花粉的生活力以午前 11 时左右最强，至当天下午就显著减弱，次日基本丧失，柱头的生活力可维持稍久，但也不超过开花第二天下午。

棉花开花的顺序纵向是由下而上，横向是由内而外，相邻两果枝的相同果节上开花间隔为 2~4 天，同一果枝的相邻两果节的开花间隔为 5~7 天。

棉花属常异花授粉作物，天然杂交率一般在 5%以上，高的可达 20%以上，在遗传和育种试验中，为了保护各品种的典型性，需要人工自交。

三、材料与用具：

棉花品种若干。

纸牌、棉线、麦秆管或蜡管、铅笔、毛笔、酒精、50~100mg/kg 赤霉素、紫草绒、松香、丙酮、废胶卷等。

四、方法与步骤：

- 1、观察棉花花器构造并绘图说明。
- 2、每组按指定品种，选定 5 株棉花观察开花习性。
- 3、按下列方法进行有性杂交及自交。

(一)杂交：

去雄：在开花前一天下午 6~8 时，选择生育健壮、无病虫害的植株，在第 3~6 个果枝靠近主茎第 1~2 节上，在估计次日即将开放的花蕾去雄，常用的去雄方法有：

1. 徒手去雄：

用手拨开苞叶，以大拇指的指甲顺着花萼的基部，将花冠连雄蕊管一起撕下，露出花柱、柱头和子房。但须注意，勿使指甲碰破花药或触动子房(如碰破花药，应立即将手指用

酒精擦拭，以杀死花粉)。然后用大小适合、一端封闭的麦秆管的另一端，从柱头顶部轻轻套在突出子房的上端，但麦管套入后须高出柱头约 1~2 厘米左右。去雄后亦可用纸袋套袋隔离。

2. 麦管切雄：

将粗壮的麦管一端扭折，闭塞其顶部，用剪刀或手剥去花冠顶部，用另一端麦管套进柱头，轻轻向下推压，将雄蕊的花丝全部切落，去雄干净后，麦管仍套在柱头上，以防止其它花粉传入。

3. 手术去雄：

先用小剪刀在花蕊基部和花冠两侧剪一条缝，将缝剥开，露出雄蕊和雌蕊，用剪刀或镊子除去花药，为了防止有残留花粉，最好用洗瓶喷清水冲洗干净，然后使花冠恢复原状。此法最适用于花丝长，花药少而稀疏的亲本品种。

父本的准备：在父本植株上选第二天可能开放的花朵，用长约 3 寸的线将父本花的花冠顶部扎起(扎时不要太紧太松)，以防花粉污染，一般一朵花的花粉可给 10 朵左右的母本花蕊授粉。

授粉：于去雄后次日上午 11~13 时，摘下经捆扎的父本花朵，将花冠剥去，露出花药，同时将母本的麦秆管或(纸袋)取下，然后将父本的花粉轻轻涂于母本柱头授粉，再套上麦管或纸袋。

挂牌及登记：授粉完后，在母本花柄上系上纸牌，牌上注明父、母本名称，授粉日期，授粉者姓名，并在记录本上登记。

(二)自交：

把一个品种隔离栽培，在 100 米以内不种其他品种，称全区自交，也可应用纱罩罩护全株，以免昆虫传粉，称全株自交。但在育种中更多的应用花蕾自交法，常用的方法有：

(1)套袋法：用羊皮纸袋，选择典型植株于每天下午 5 时至次日晨以前，将未开花的蕾套袋自交。

(2)钳夹法：用回形针略分开成“人”字形，在花蕾顶部向下直夹，或用一寸见方的硬纸牌，于对角线处中央划 L 短缝，套于蕾顶。

(3)系扣法(线束法)：用一长约 5-6cm 长的棉线将未开放的花蕾顶部扎住，不让它开放。



棉花自交方法

(4)胶粘法：用粘性溶液涂于花蕾顶端，不使其开放，达到自交目的。常用溶液有以下三种：

a)废胶卷丙酮溶液：将废胶卷溶于丙酮并加少许洋红，装入小指形管中，将花蕾套于新口，倾注少许溶液于其上，或用毛笔涂亦可。

b)孙氏自交液：紫草绒 1g，松香 3g，分别研成粉末，加入 25ml 酒精，振荡后静置 4h 后，即可使用。

五、作业：

- 1、根据观察，绘制棉花花器构造图式。
- 2、根据开花习性观察结果，绘成开花顺序图式。
- 3、用三种去雄法，各去雄 4~5 个花朵，其中留 1~2 朵花不授粉，以便检查去雄效果。一周后检查。

试验十一 油菜有性杂交

一、目的：

了解油菜的开花生物学特性，练习油菜的有性杂交和自交技术。

二、内容说明：

油菜属十字花科。生产上使用油菜有三大类型，即白菜型、甘蓝型和芥菜型。白菜型油菜为异花授粉作物，而甘蓝型和芥菜型油菜均为常异花授粉作物，绝大多数品种自交不孕。

油菜花器构造：

油菜为总状花序。油菜花器由花柄、花托、花萼、花冠、雄蕊、雌蕊和蜜腺部分组成。花柄着生在花序上，花托位于花柄之上；花萼位于花朵的最外层，由四层萼片组成。花蕾期的萼片呈绿色，接近开花时逐渐由绿变为黄色。花冠位于花萼之内，由 4 片花瓣组成，

花朵完全开放式呈十字形。6枚雄蕊位于花瓣的内层，其中4长2短，通常称为4强雄蕊。每枚雄蕊均由花药与花丝组成，花药着生在花丝顶端。花药内部是花粉粒，花药成熟时呈黄色，甘蓝型和芥菜型油菜花药内向纵裂，而大多数白菜型油菜为外向纵裂，纵裂后散出成熟后的黄色花粉粒。雌蕊位于花朵中央，由子房、花柱和柱头三大部分组成，柱头略呈半圆球形，上有许多乳状突起，成熟时，表面分泌出一种粘液，以利于花粉粒发芽。花柱在柱头下面，呈圆柱形。花柱下面是子房，子房膨大时呈圆筒形，由二心皮组成，中间有假隔膜，分为二室。花朵基部有4枚蜜腺，位于4长雄蕊的外侧和2短雄蕊的内侧，呈粒状绿色，分泌蜜腺以引诱昆虫采蜜传粉。

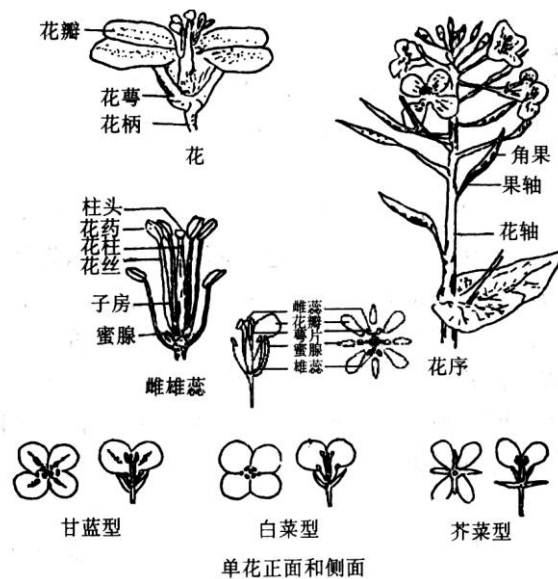


图 油菜花器构造图

(二) 油菜开花习性

油菜从抽薹到开花一般约需要 10~19d,主要因地区而异。

油菜同一植株主轴先开花，然后是第一次分枝、第二次分枝到第三次分枝相继依次开放，各分枝开花次序是从上不分枝到下部分枝渐次开放，在同一花序上的开花次序无论是主序或分枝，下部的先开花，由下向上依次开放。

每一朵花的开放过程，一般要经过四个阶段：

显露阶段：此时花蕾膨大，花柄伸长，萼片顶部会合处开裂，黄色花瓣微露。

伸长阶段：花瓣突出萼片之外，逐渐伸长，相互重叠的花瓣呈松散状。

展开阶段：花瓣松散程度增大，初开时顶部分离出现小口，随着小口逐渐加大，花瓣上部分开时为半开阶段，待花瓣平展呈十字状时为全开。

萎落阶段：展开的花瓣经过一定的时间后，闭合成半开状，花瓣边缘逐渐萎缩，最后全部花瓣脱落。

每朵花有花萼开裂到花瓣完全展开，约需要 24~30h，从开花到花瓣、花蕊完全脱落需

要 3~5d，因品种和栽培条件不同而异。

油菜从上午 6 时到下午 7 时左右都可开花，但以上午 9~11 时开花最多。开花适宜的气温为 14~18℃，10℃ 以下时开花显著减少。开花相对湿度以 75%~85% 为宜。油菜当日开花多少与前一天的气温也有关系。油菜开花授粉后，花粉粒一般要经过 45min 即可发芽，18~24h 即可受精。

三、材料与用具：

油菜开花期植株

直尺、剪刀、镊子、培养皿、羊皮纸袋(10cmx6cm)、回形针、铅笔、70% 酒精。

四、方法与步骤：

(一) 观察油菜花器构造并绘图说明

(二) 每组按指定油菜品种观察 5 株的开花习性

(三) 油菜的套袋自交

甘蓝型和芥菜型油菜品种一般自交亲和性强，套袋自交容易得到自交种子。其方法步骤如下：

1. 选择花序：选择健壮、无病虫害的典型植株上的主花序，以及靠近它的 1~3 分枝。小心摘去本花序上已经开放的花朵和花序顶端的较小花蕾。

2. 套袋隔离：将所选的花序一并套入羊皮纸袋内，纸袋下部经对折后用回形针封口，然后在被套花枝的基部挂上纸牌，纸牌上应注明品种名称，自交符号、日期。注意纸袋上部应留有一定空隙，以便花序能正常生长。

3. 去掉纸袋：待顶端花蕾均已经开放，且花瓣大部分已经脱落时，可将纸袋取下，以利于角果和种子发育。

(四) 油菜的剥蕾自交

白菜型油菜和甘蓝型油菜的自交不亲和系，其自交不亲和性很强，必须采用蕾期授粉的方法。

先将已开放或即将开放的花朵（蕾）摘掉，选用开花前 2~4d 的幼蕾，用镊子将花蕾顶端剥开，任其柱头外露，不必摘去雄蕊，随即授以同株当日开放的花朵的花粉。每次剥蕾 15~20 个，授粉后套袋并挂牌。

(五) 油菜的有性杂交

1. 父本套袋隔离：在杂交前 1 天，选取具有父本典型性状、健壮无病虫害植株，用剪刀剪去花序已开花和结果的花器，然后套袋隔离、挂牌，以供采粉用。

2. 母本选株整序去雄：在父本套袋隔离的同时，选取具有母本品种典型性状、健壮无病虫害植株，用剪刀剪去已开花朵和角果，并用镊子摘去花序顶端的幼小花蕾，保留即将开放的花蕾 10~15 个。去雄时通常以左手用来固定花序和花蕾，右手用镊子分开萼片和花瓣，小心地将 6 枚雄蕊逐个摘除，注意切勿弄破花药和损伤柱头。或者用镊子将花蕾上部

1/2 的外围全部去掉,仅保留雌蕊。去雄后及时套袋挂牌。

3. 授粉：授粉一般在上午进行。首先取下套在父本上的羊皮纸袋，用镊子摘取花药已开裂的花朵，置培养皿中，加盖，再套上羊皮纸袋以收取自交种子。取下母本株上纸袋，用镊子夹取培养皿的花朵，将花药在母本柱头上轻轻涂抹即完成授粉。授粉后再套上纸袋，在牌上写明组合名称或代号、杂交日期、操作人姓名，并在记载本上作好纪录。

4. 管理、收获、贮藏：同自交授粉后管理、收获和贮藏步骤。待油菜成熟后，将每一朵杂交花序连同纸牌一起剪下，按杂交组合分别装入一个纸袋内，在室内晾干后，按组合脱离保存，准备明年播种。

五、作业：

- 1.根据观察结果绘制油菜花器结构图
- 2.根据所观察到的油菜开花习性结果，绘出开花顺序图
- 3.每人做杂交、自交各 2 个花序。

试验十二 杂交后代田间选择与鉴定

一、目的：

学习并初步掌握小麦品种间杂种后代的田间选择的方法。

二、内容说明：

小麦品种间杂交是选育小麦新品种最主要的、最有成效的育种方法之一。根据育种目标，对小麦品种后代进行正确的培育和田间选择，对杂交组合和对大量品系进行准确的留优汰劣，是选育新品种的重要环节，也是育种技术的基本功。杂种后代处理的方法有系谱法、混合种植法等。可按具体情况及要求而灵活采用。

三、材料与用具：

小麦育种试验田，杂种 $F_1 \sim F_5$ 各世代育种材料

米尺、纸牌、布条或毛线、记载本、铅笔等。

四、方法与步骤：

1. 系谱法：

F_1 的选择。品种间单交组合的第一代，同一组合内的植株间的性状有较大一致性，一般不进行单株选择，但应根据主要的目标性状(如抽穗期、抗病性、抗逆性等)淘汰不良的组合；并参照亲本性状除去伪杂种。成熟时以组合为单位将组合内的单株混收，下季按组合播种。

F_2 (包括复交 F_1)的选择：杂种第二代是分离最大的一个世代，不但不同杂交组合之间的差异很大，而且在同一个杂交组合内各个单株之间的差异也是很显著的，所以这也是选择优良单株的关键世代。

在腊熟期根据主要的目标性状(同 F_1)首先确定优良的、一般的和较差的组合，在优良组

合内多选优良单株，而在一般组合内少选优良单株，在差的组合内不选择单株而将整个组合淘汰，但有时有极个别优良的单株也应选人，选择时将中选优良单株用纸牌或线绳作好标记。收获前按照目标性状复选一次，然后按组合将中选单株分别收获、脱粒，下季单株种子分别播种。

F₃ 的选择：F₂ 当选的一个单株，在 F₃ 种植一个小区而成一个系统(株系)。F₃ 的系统间差异特别显著，系统内单株间仍有很大分离。在小麦腊熟期依据 F₂ 所考虑的性状及一些有关产量的性状选择优良系统，在优良系统内依据上述所考虑的性状选择优良单株。F₃ 中选单株收获后分别脱粒，下季单株种子分别播种。F₃ 内特别优良而且相对一致的系统，可在选出优良单株后，将该系混合收获，下季进行早期产量比较试验。

F₄ 及以后各代选择：自 F₄ 起出现系统群。F₂ 的一个单株，在 F₃ 成为一个系统，F₃ 在同一个系统中选出若干单株在 F₄ 又各自形成若干个系统，这若干个系统即是一个系统群，故 F₄ 在系统群间，往往表现差异较大，系统群内的系统间也存在一定的差异，而系统内株间，则因系统的分离程度的大小而有不同程度的差异，且随着世代的提高，分离程度渐趋变小而差异随之减少，性状逐步趋于一致。

F₄ 选择时，在腊熟期，首先以 F₂ 考虑的主要目标性状及大多数产量因素性状，选择优良的系统群，再在当选的系统群内依同样的性状评选出优良的系统，最后在优良系统内选择优良单株。

F₄ 选择优良单株和优良系统并重。凡优良而整齐一致的系统，除从中选出优良单株外，则可混合收割，下季升入鉴定圃，进行一致性的鉴定和初步测产，中选的优良单株单收，下季以单株为单位进行播种。

F₅、F₆ 的选择方法和 F₄ 基本相同，只是代数越高，则中选的系統越易表现一致，且有可能中选优良的系统群。

小麦品种间杂交育种一般进行到 F₆ 可不再进行单株选择了，如有必要或是复交的后代分离大，也可再单株选择几个世代。

2. 混合种植法：

F₁ 的选择：同系谱法。

F₂~F₅ 的选择：全部按组合混收、混播。各代依育种目标性状淘汰不良组合和劣株。

F₆ 的选择(有时也可在 F₅ 开始)：F₆ 按组合点播，在腊熟期依据系谱法 F₂ 的方法按目标性状进行一次单株选择，收获时将中选单株按组合分别收获、分别脱粒，下季播种。

F₇(或 F₆)的选择：F₇ 出现系统。依 F₆ 选择的性状选择优良系统，然后将优良系统混收而成品系，下季升入鉴定圃。

选择优良单株时，应在优良系统中依目标性状背对太阳顺着阳光逐株观察比较，对边行和缺株附近的单株可适当提高选择标准，中选单株作好标记，收获前在中选单株中复选，收获时按系统将中选单株连根拔起扎成捆，挂上纸牌并注明田间系统号。然后将同一系统

群或同一组合的各系统扎成大捆放在畦边，而后带回室内决选。

五、作业：

1、观察比较单交 F_1 的性状一致性与 F_2 的分离情况；单交 F_2 与复交 F_1 在性状分离上的差别：

2、观察杂种后代逐渐趋向一致的特点。

3、观察系统之间的差别，同一系统群内各系统间以及不同系统群之间的差别，讨论早代产量比较的可能性与利用价值。

4、说明本试验系谱编写的方法。

5、每二人为一组，参加杂种各组合 1~6 代的田间单株、系统与系统群的选择，并提出取舍依据。

试验十三 田间去杂与纯度检验

一、目的：

学习种子生产田田间去杂与种子质量田间检验方法。

二、内容说明：

不同品种在生长发育的不同时期，在植株性状、花器性状、穗部性状、果实性状等方面均存在差别，这为田间去杂工作和田间质量检验提供了依据。去杂和田间检验应在各种形状表现最充分、最明显的时期进行，一般应在苗期、开花期和成熟期进行。田间检验主要以种子纯度检验为主，同时检查异作物、杂草、病虫害感染情况和生育状况。检验时应当以各品种主要性状和特殊形状为主，参考次要性状与易变性状。在田间检验的同时，如发现有与所生产的品种典型性不同植株，则为杂株，应及时连根拔除并带出田间集中处理。

三、材料与用具：

小麦、玉米、棉花种子生产田。

米尺、放大镜、镊子等。

四、方法与步骤：

1.了解情况：了解要检验的品种名称，熟悉其特征特性，查看隔离区以及影响种子生产的其他技术要求。

2.划分检验区：将同一品种、同一起来源、统一繁殖世代，同一栽培管理条件下的相连但面积不超过 1hm^2 的地块可划分为一个检验区。

3.设置检验点：在检验区内，依据检验区面积大小和作物种类差异确定取样点数。一般检验区面积越大，取样点数应设置的愈多，一般至少应设置 5 个点，每个点至少要检查 200 株以上。样点分布可采用对角线法、梅花式法、棋盘式法或者对宽行作物采用大垄取样法。样点应距离地边 5m 以上。

4.检验：在样点内，逐株进行鉴定，将本品种、异品种、异作物、杂草和感染病虫害株数

分别记载，计算各种成分百分率。对于杂交玉米制种田，还应分别记录父本与母本杂株数、母本散粉株数，计算其百分率。

5.填写检验结果单：将各检验时期，各检验点检验结果平均，填入检验结果单中，并对种子生产田质量提出建议与意见。

6.去杂：在田间检验的种子生产田中，依据品种典型特征特性，仔细检查植株各性状，区分本品种和杂株。凡是品种典型性与原品种不一致的，即可视为杂株，整株拔出带出田间处理。

五、作业：

- 1.以小组为单位，至少选取 5 个样点，对种子田质量进行检验，填写结果单。
- 2.每人划定一定面积的种子生产田，进行去杂，并将所去杂株带出田间。

试验十四 自花授粉作物种子生产程序参观

一、目的：

学习自花授粉作物种子生产程序和流程。

二、材料与用具：

小麦四级种子生产田。

三、内容说明：

自花授粉作物，例如小麦，目前生产中主要运用重复繁殖技术路线，对种子进行限代繁殖等原则采用育种者种子→原原种→原种→良种四级程序。育种者种子是由育种者直接生产和掌握。原原种是由育种者种子繁殖的第一代种子，由育种单位和其授权的原种场进行生产。原种是由原原种繁殖的第一代种子，可由原种场负责生产。良种是由原种繁殖的第一代种子，可由良种场和特约基地生产。

育种家种子由育种者直接掌握和生产的原始种子，具有该品种的典型性，遗传稳定性，纯度好，其生产由育种者通过育种者的种子圃，采用单粒播种，单株鉴定，整株去杂，混合收获等程序进行生产。种子利用方式为一次足量繁殖、多年贮存、分年利用。

原原种是由育种者种子繁殖的第一代种子，纯度达到100%，比育种者种子低一个世代，其生产由育种者负责在育种单位或特约基地进行。其种植应设隔离区，在开花授粉前的不同发育阶段分次进行分株鉴定去杂，成熟期由种子管理部门进行纯度、净度、病虫、杂草等的田间和室内检验。混合收获、脱粒，严防机械混杂。

原种是由原原种繁殖的第一代种子，遗传性状与原原种相同，产量及主要经济性状指标仅次于原原种。其种植四周应设保护区。在开花前的各阶段田间鉴定去杂，进行田间和室内检验后，混合收获、脱粒，妥善保存。

良种是由原种繁殖的第一代种子，其遗传性状与原种相同，产量与其他经济性状同原种，由种子企业负责在良种场或特约基地进行生产。

四、方法与步骤：

在相关技术人员指导和讲解下，参观小麦种子四级生产程序。

五、作业：

以小组为单位，讨论并总结小麦四级种子生产程序流程与特点。

第三章 《耕作学》课程实验

实验一 种植制度光能利用率的计算和分析

一、实验意义

农业生产的实质是将太阳能转化为化学潜能供给人类需要,因此，从事作物生产,充分利用农业资源的中心问题，就是如何能够提高光能利用率。

所谓光能利用率是指太阳光中的能量被光合作用转化成化学能而储存于有机物中的能量占太阳光能的百分数。就

理论上计算，光能利用率可达 5%左右，在年辐射量 120-130 千卡/cm²的地方,就可以获的 2000 公斤以上的产量，国内外许多试验及研究表明，某些作物在生长过程中的短时间内已可获得 5%的光能利用率。但在实际大田生产上，从作物生育期来看，目前光能利用率只在 0.1-1%之间，若以年光能利用率计算则更低,世界农田光能利用率平均 0.2%，我国 0.2-0.4%，光能利用率低的原因从光能利用角度看。有这样三个方面：光合作用效率低，光合作用面积少，光合作用时间短。

怎样提高光能利用率，人民正在遗传工程，光合作用机制等方面进行探索。但当前试图改变作物遗传性，迅速提高作物单位叶面积上的光合强度还是有困难的。而从现实看，建立一个合理的耕作制度却是提高光能利用率的有效途径之一，如合理调整作物结构与布局，选用高光效品种，改善群体结构，因地制宜发展间套作和复种多熟，用地养地结合，改善环境条件。

二、实验目的

- （一）熟悉并掌握不同作物、不同种植方式下光能利用率的计算方法。
- （二）了解和掌握上述光能利用率有关问题

三、原理与计算方法

（一）原理

光能利用率是光合面积、光合效率、光合时间的综合反映。它与当地的太阳辐射量、作物叶面积指数，土壤肥水供应及种植方式等指标有关，是多因素综合作用的结果，经常用来反映一个地区或单位的作物生产水平。

光能利用率决定了作物产量，反之，从作物产量也可以计算光能利用率。公式如下：

$$E(\%) = \frac{W \times H}{(\text{全年或生育期}) \Sigma S} \times 100$$

其中：E-----光能利用率。

W-----单位土地面积干物质生产量（生物产量）

H-----每公斤干物质产热量。单位：千卡 /公斤

ΣS -----同期（全年或生育期）太阳总辐射量，单位：千卡/cm²

（二）计算方法

例某地年太阳总辐射量为 130 千卡/ cm²。小麦生育期间辐射为 70 千卡/ cm²，小麦单作生物产量为 800 公斤，小麦--玉米达 1400 公斤，其中，玉米为 800 公斤，求小麦单作全年和生育期光能利用率，并与小麦复播玉米比较、分析。

$$\text{小麦单作年} E(\%) = \frac{800 \times 4250}{130 \times 666.7 \times 10^4} \times 100\% = 0.39\%$$

$$\text{小麦单作生育期} E(\%) = \frac{800 \times 4250}{70 \times 666.7 \times 10^4} \times 100\% = 0.73\%$$

$$\text{小麦--玉米年} E(\%) = \frac{800 \times 4250 + 600 \times 4250}{130 \times 666.7 \times 10^4} \times 100\% = 0.67\%$$

分析：1. 一般大田作物整个生育期只有四五个多月，而茂盛生长的高叶面积指数时期更少，只二个多月，所以一年中大量时间的光能未被利用，生育期计算的光能利用率都高于全年光能利用率。

2. 麦—玉米，因延长了光合时间，比较充分地利用了全年的太阳总辐射量，所以光能利用率高于小麦单作 0.28%（0.67%-0.39%）

四、作业

（一）石河子某生产单位有关资料如下（表 1、2、3）：

1. 求出表 2 几种作物生育期和全年的光能利用率。分析比较玉米生育期与全年，玉米全年与玉米/大豆光能利用率的差异。

2. 求出该单位 450 亩耕地上作物的全年光能利用率。

表 1 石河子地区太阳辐射量 单位：千卡/cm²

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
天数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	356
ΣS	4.78	6.31	9.70	13.22	16.43	16.68	17.0	15.38	12.3	8.88	5.21	3.62	129.52

表 2 几种作物的生育期、播种面积和产量

种植方式与作物	播期 月.日	生育期（月.日）		播种面积 （亩）	产量 （kg/亩）	备注
		出苗期	成熟期			
单作	冬小麦	10.1		50	300	
		越冬	11.10			
		返青	3.25			

	棉花	4.20	5.2	10.6	200	80	皮棉产量
	甜菜	4.5	4.20	10.30	50	2500	鲜重产量
	玉米	4.25	5.5	9.16	50	700	
间	玉米 II	4.25	5.5	9.16	100	700	
作	大豆	4.25	5.5	9.16		150	

表 3 几种作物的经济系数，产热量

作物	冬小麦	棉花（皮棉）	甜菜（鲜重）	玉米	大豆
经济系数	0.35	0.1	0.45	0.4	0.35
产热量（千卡/公斤）	4250	4250	4250	4070	5520

（二）南疆某地年总辐射量为 150 千卡/cm²，小麦生育期间辐射量为 80 千卡/cm²，小麦单作产量为 360 公斤/亩，该地实行“两早配套”技术，小麦—玉米亩产达 860 公斤，求出小麦单作及生育期光能利用率和小麦—玉米年光能利用率，并比较差异。

试验二 农田作物生产潜力的计算与分析

一、实验意义

所谓农田生产潜力（也叫农田作物生产潜力、产量潜力、最高产量）是指农田作物在自然资源存在的可能范围内应该实现的生产能力。它可以表示为：产量=F（光、热、水、肥……）

研究农田生产潜力对从宏观上安排作物结构和布局，制定种植规划；充分利用光温水气候资源，预测长远时期土地人口承载力，认识和分析现行实际作物生产力与潜在生产力存在差异的原因，找出限制因素，寻求提高产量的途径，研究农业生态经济系统的结构和提高系统的生产力都有重要意义。

农田作物生产潜力主要决定于作物本身的遗传性和对环境的适应性。二者相互协调，才能达到最高产量，就环境系统来说，光温因素是难以改变的，因此在其它生活因素充分满足作物生长的情况下，最高产量决定于太阳辐射和热量条件，所以，光温生产潜力是作物的最高生产潜力。一般地，实际生产中，光温条件是能够满足作物需要的，它不是限制因素，许多地区或单位作物生产水平低下的主要原因在于地力不足。

二、实验目的

（一）学习和掌握农田作物生产潜力估算方法。

（二）全面考虑光、热、水、肥对农田作物生产潜力的综合影响，分析实际产量与潜在产量存在差异的原因。

三、实验原理与方法

（一）光合生产潜力

其他各种因素能够充分满足的前提下，光照条件可能实现的作物产量，光能是形成产量的一个重要因素，是人力不易调节的因子。在栽培过程中采用的各项措施，严格说来都是为使作物充分地利用光能而制订和实施的。

根据光合辐射估算作物产量（即光合生产潜力）必须保证水分和养分的充分供应，当然也要考虑限制产量的其它因素。

估算公式： $Y_0=666.7 \times 10^4 \times KEQ$

Y_0 光合生产潜力（公斤/亩）

K 为能量转化系数， $K=F/H$ ，其中 F 为经济系数，H 为单位干物质产热量

E 为能利用率，一般按 5% 的高限估算

Q 为作物生长期的太阳总辐射量（千卡/cm²）

（二）光温生产潜力

温度是进行光合作用的必要条件，在适宜的温度范围光合强度大，所以研究作物生产潜力还必须根据温度条件进行估算。

估算公式： $Y_c=Y_0 \times F(T)$

Y_c 为光温生产潜力（公斤/亩）

F(T) 为温度校正系数

T 为月或旬平均温度

$$\text{生长期} T = \frac{\text{生育期} \Sigma T}{\text{生育期天数}}$$

根据各作物生长发育对温度的反映，取最适温度的上限和下限，喜凉作物为 20℃、0℃，作物为 30℃、10℃，在上述温度范围内，光合强度随温度上升而线形增加，依此求出温度校正系数 F(T)。

$$\begin{array}{l} \text{喜凉作物:} \\ F(T) = \begin{cases} 0 & \text{当 } t \leq 0^\circ\text{C} \\ \frac{t-0}{20} & \text{当 } 0^\circ\text{C} < t < 20^\circ\text{C} \\ 1 & \text{当 } t \geq 20^\circ\text{C} \end{cases} \\ \text{喜温作物:} \\ F(T) = \begin{cases} 0 & \text{当 } t \leq 10^\circ\text{C} \\ \frac{t-10}{20} & \text{当 } 10^\circ\text{C} < t < 30^\circ\text{C} \\ 1 & \text{当 } t \geq 30^\circ\text{C} \end{cases} \end{array}$$

（三）光温水（气候）生产潜力

水分是作物生长的基本因素之一，在估算作物生产潜力时应充分考虑水分因素，求出因水分限制能够实现的产量水平。

估算公式： $Y_w=Y_c \times P/E_c$

Y_w 为光温水生产潜力

P/E_c 为水分校正系数，作物供水量（P）与需水量（E_c）之比

气候潜力估算较为复杂，绿洲农业地区水分有保障，所以 P=E_c

（四）光温水肥（土壤）生产潜力

作物的光合能力也受土壤养分供应的制约，估算作物生产潜力应当考虑当地土壤肥力

对产量的影响。

估算公式： $Y_s=Y_w\times K_s$

Y_s 为土壤（光、温、水、肥）生产潜力（公/亩）

K_s 为肥力系数

K_s =实际供肥量/作物实现 Y_w 需肥量

表 1. 石河子地区太阳辐射量 单位：千卡/cm²

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
天数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	356
ΣS	4.78	6.31	9.70	13.22	16.43	16.68	17.0	15.38	12.3	8.88	5.21	3.62	129.52

表 2 几种作物的生育期、播种面积和产量

种植方式与作物	播期 月.日	生育期（月.日）		播种面积 （亩）	产量 （kg/亩）	备注
		出苗期	成熟期			
单作		10.1				
冬小麦	9.20	越冬 11.10	6.30	50	300	
		返青 3.25				
棉花	4.20	5.2	10.6	200	80	皮棉产量
甜菜	4.5	4.20	10.30	50	2500	鲜重产量
玉米	4.25	5.5	9.16	50	700	
间作 玉米	4.25	5.5	9.16	100	700	
大豆	4.25	5.5	9.16		150	

表 3.几种作物的经济系数，产热量

作物	冬小麦	棉花（皮棉）	甜菜（鲜重）	玉米	大豆
经济系数	0.35	0.1	0.45	0.4	0.35
产热量（千卡/公斤）	4250	4250	4250	4070	5520

表 4. 石河子地区各月平均气温

月份	3			4			5	6	7	8	9			10		
平均气温	-1			11.1			18.3	23.1	24.8	22.7	15.7			7.8		
旬	上	中	下	上	中	下					上	中	下	上	中	下
旬温	-6.3	-1	4.3	7.7	11.7	14					18.9	17.1	11.1	10.4	8.1	4.9

表 5. 不同作物形成 100 斤经济产量所吸收养分数量（斤）

作物收获物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	合计
冬小麦籽粒	3	1.25	2.5	6.75
玉米籽粒	2.57	0.86	2.14	5.57
棉花籽棉	5	1.8	4	10.8
甜菜块根	0.4	0.15	0.6	1.15

四、作业

（一）求出表 2 几种作物生育期和全年的光能利用率。分析比较玉米生育期与全年，玉米

全年与玉米/大豆光能利用率的差异。求出该单位 450 亩耕地上作物的全年光能利用率。

(二) 石河子某单位灌溉水源有保证, 通过测定得知各种作物实际供肥量为每亩冬小麦 54 斤、玉米 45 斤、棉花 43.2 斤、甜菜 69 斤, 所有养分重均为 N、P、K 配比之和。估算出该单位各种作物生产潜力, 并分析比较光温水肥各因子生产潜力的差异和原因。

试验三 作物布局优化方案的设计与分析

——用线型规划法设计种植制度优化模型

一、实验目的

种植规划即生产单位根据其自然和社会条件所制订的作物布局方案。用线型规划的方法研究农业种植业等的油画方案(如作物布局方案), 是近年来应用的较成功的定量化方法之一。它能够帮助我们在大量复杂的因果关系中, 找出优化的方案。

本实验以伊宁县 1987-1989 年的种植规划模型和农八师 150 团农业生态规划为基础, 转换成典型例题, 练习建立线性规划模型。

建立线性规划模型的步骤为确立目标----收集资料-----初步建模、求解、分析、修改模型-----再求解、分析、修改-----逐渐使模型实用的过程, 为今后的应用奠定基础, 同时也为制订轮作方案等提供依据, 进行种植制度设计。

二、建立种植制度优化模型

(一) 线型规划, 数学模型的标准式

求一组变量 X_j ($j=1, 2, 3, \dots, n$) 的值, 使其满足

$$\begin{cases} \sum a_{ij}X_{ij} \leq b_i \text{ (或 } \geq b_i \text{ 或 } =b_i) \\ \text{约束条件} & X_j \geq 0 \text{ (} j=1, 2, \dots, n \text{)} \end{cases}$$

并使其目标函数 ($\min$) = $\sum C_j X_j$ 的最大值 (或最小值), 其中 a_{ij}, b_i, c_j ($i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, n$) 为已知量, 习惯中将称为参数 (变量系数), X 称变量, 其中:

a 是约束条件中的技术参数, 是有关农业技术的量化反映

b 是约束条件的右边项, 一般代表不同的资源量, 如灌水总量、劳力量、土地量、农机量、资金量等 (也可能是技术变量)。

C 是目标函数中的效果参数, 即农业技术取得的效果, 如有关作物多年的平均产量, 利润、单产等

确定变量、收集、整理参数是建立线型规划数学模型的重要而艰巨的任务。

(二) 伊宁县的主要自然、社会经济状况及其作用于线性规划的条件。

伊宁县无霜期 156 天左右, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 3300°C 上下, 是典型的一熟有余两熟不足的地区, 目前粮食及经济作物基本实行一年一熟种植, 及其用小麦套种草木樨实行综合利用. 土壤主要是灌耕灰钙土. 比较肥沃, 适宜多种作物. 灌溉主要利用喀什河水系和北山沟水系, 年引水 12.88 亿方. 此外目前已开采地下水 2.5 亿立方. 水量充沛。

全县种植面积 100 万亩左右 (98-104 万亩), 小麦、玉米占 75% 左右, (其中小麦占 50% 左右), 油料 (胡麻、油菜、亚麻) 占 19%, 苜蓿 4%, 新近还大力发展甜菜、烤烟, 人口 29 万人,

人均耕地 3.6 亩, 接近全疆平均水平, 全县工农业总产值 1.41 亿元左右(1985 年), 其中农业占 89%. 是以农业为主体的县, 在农业产值中. 种植业占 70%左右, 畜牧业占 25%左右, 畜牧业产值比重较大。在畜牧业中农区畜牧业占 70.8%, 占主导地位, 全县农机总动力 1.01 万马力, 各种拖拉机 2637 混合台, 农业机械比较充足。根据建立种植业结构模型的要求, 将有关资料整理如下表:

表 1 伊宁县小麦、玉米、油料、甜菜生产技术消耗与资源总量表

	小麦 X_1	玉米 X_2	油料 X_3	甜菜 X_4	资源总量
需水量 (万 M^3 /亩)	0.057	0.055	0.053	0.062	12.03 百万 M^3
劳力 (工日/亩)	4.8	10.8	5.2	16.0	907.2 万工日
农机作业 (标准亩/亩)	6	5	3.2	6	573.9 万标准亩
需氮量 (公斤/亩)	6.84	11.34	3.27	6	907.06 万公斤
成本 (元/亩)	58.05	60.04	34.44	57.04	5740 万元
亩产值 (元/亩) 1980 年	110.44	120.05	94.59	180.0	
亩产值 (元/亩) 1989 年	137.37	150.83	89.34	180.0	

(三)初步建立线型规划数学模型

当确定变量, 及收集资料整理好各项参数后, 就可以按照线型规划学数学模型标准式的形式建立模型, 如伊宁县作物种植结构模型就可建立成。求伊宁县主要作物 (小麦、玉米、油菜、甜菜) 种植优化结构的总产值最高。约束条件:

$$\begin{cases} 0.057X_1+0.055 X_2+0.053 X_3+0.062 X_4<12.03 \\ 4.3 X_1+10.8 X_2+5.2 X_3+16.0 X_4\leq 907.2 \\ 6 X_1+5 X_2+3.2 X_3+6 X_4\leq 573.9 \\ 6.84 X_1+11.34 X_2+3.27 X_3+20.64 X_4\leq 907.06 \\ 58.05 X_1+60.04 X_2+34.44 X_3+57.04 X_4\leq 5740 \\ X_{1、2、3、4}\geq 0 \end{cases}$$

目标函数 (max) =110.44 X_1 +120.05 X_2 +94.59 X_3 +180.0 X_4

(四) 计算机求解

经求解后得:

RETURN (目标函数) =15893.1 (万元)

X_1 =0 (万亩)

X_2 =0 (万亩)

X_3 =157.58 (万亩)

X_4 =5.49 (万亩)

(五) 分析、修改

上述求解结果得出结构变量的最优解为: 小麦 (X_1)、玉米 (X_2) 播种面积皆为 0, 油料 (X_3) 为 157.58 万亩, 甜菜 (X_4) 为 5.49 万亩, 合计播种面积 163.07 万亩时可获得总产量的 1.5893 亿元。这个结果一方面告诉我们伊宁县按现有资源, 每年可播种 163.07 万亩耕地, 潜力很大, 另一方面又告诉我们这个结果是不可行的, 因为结构变量太不合理, 必须进行修改, 究其原因是数学结够的确定性, 与现实生活不确定性的矛盾。固需要引入新的约束条件, 如土地面积的约束、计划要求的粮食作物播种面积的约束等, 即增加以下三

行约束条件：

$$X_1+X_2\leq 75$$

$$X_2\geq 27$$

$$X_1+X_2+X_3+X_4\leq 92$$

同时按现行价格修改目标函数，即按 1989 年价格为：

$$\text{目标函数 (max)} = 137.37 X_1 + 150.83 X_2 + 89.34 X_3 + 180.0 X_4$$

（六）再求解、分析、修改，使模型逐渐实用

经反复修改后的模型，再求解得出：

$$\text{RETURN (目标函数)} = 13421 \text{ (万元)}$$

$$X_1 = 48 \text{ (万亩)}$$

$$X_2 = 27 \text{ (万亩)}$$

$$X_3 = 3.4 \text{ (万亩)}$$

$$X_4 = 13.6 \text{ (万亩)}$$

上述模型求解结果，在伊宁县的 100 万亩耕地中（按小麦、玉米等 4 类作物播种面积 92 万亩进行规划），播种小麦 48 万亩，玉米 27 万亩，油料 3.4 万亩，甜菜 13.6 万亩的情况下，总产值可达到 1.34231 亿元，这个结构既保证了国家及当地人粮、饲料的需要，人民生活对食油的需要，也为糖厂提供了较多原料，经济作物有较好发展。所以是一个较佳的可行方案。

三、作业

（一）农学院实验农场一连有三种不同类型土壤，主要种植小麦等五种作物，各种作物播种面积，各类土壤面积，各种作物在不同土壤上的利润（如表 1、表 2），问如何安排种植计划才能使总利润最大。

（二）充分调查，收集、分析数据完成石河子大学农学院实验场作物种植结构规划设计报告，报告内容包括：目的，设计主要条件、种植结构优化模型，求解结果，分析说明。

表 1 一连 1986—1992 年不同土壤种植有关作物的利润表（元/亩）

	小麦	玉米	棉花	油葵	打瓜
灌耕草甸土 I	87.9	20	56.4	145.3	200
盐渍化灌耕草甸土 II	58.9	--21.6	102	113.7	50
粘质盐渍化灌耕草甸土 III	12.3	--44	0	88	20

表 2 不同作物在不同土壤上所需种植面积及计划面积

	小麦	玉米	棉花	油葵	打瓜	土壤面积
I 类土	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	1625.6
II 类土	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	1054.7
III 类土	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	1752.15
播种面积	961.2	330	782	1960.6	357.2	

试验四 不同种植制度农田养分平衡计算与分析

一、实验目的意义

农田物质循环是开放型的，并且受人类的干预和控制。它涉及到土壤、气候、肥料、作物等因素。故必须把作物、土壤条件、措施等联系起来分析和研究。维持农田养分投入与产出的平衡状态是从事农业生产者起码的责任。这也是评价耕作制度是否合理的一个重要指标。

实习目的：通过不同熟制与种植方式的农田养分平衡的分析比较，掌握研究种植制度中农田养分平衡的一般方法以及如何使种植制度体现用地养地相结合的基本原理。

二、计算方法

（一）有机质平衡公式：

$$\frac{\text{加入土壤中的干物质有机质} \times \text{腐殖化系数} (\%) }{\text{一亩耕层土壤重} \times \text{土壤有机质含量} (\%) \times \text{有机质矿化度} (\%) } = A$$

当 $A > 1$ 时，有机质平衡为正；

当 $A < 1$ 时，有机质平衡为负。

1. 加入土壤中的有机质包括有机肥、绿肥、作物秸秆、残茬等。腐殖化系数一般为 0.2-0.4；依 C/N 比值不同而异。C/N 比值宽的禾本科作物腐殖化系数较高，C/N 比值窄的豆科作物则较低。

2. 土壤有机质的矿化率一般为 0.1-0.04，因气候和土壤条件而异。

3. 一亩耕层（20 cm）的土壤重量以 150 万 kg 计。

例：翻入土壤中的有机质（干物质）总量为 15kg，腐殖化系数为 0.3，土壤有机质矿化率为 0.02，土壤有机质含量 1.36%，则农田有机质平衡为

$$A = \frac{15 \times 0.3}{1500000 \times 1.36\% \times 0.02} = 1.10$$

许多实验表明，在不施肥的条件下，有机质含量（在适当的范围内）和作物产量之间呈明显正相关。因此，在农田培肥中，迅速恢复农田有机质平衡，使土壤有机质稳定增长，是保证作物高产的重要环节。

（二）氮、磷、钾养分平衡

氮、磷、钾养分的平衡也是计算移出与投入的比值。当投入 > 移出，说明平衡为正，该养分在农田有盈余；当投入 < 移出，说明平衡为负，欲获得计划作物产量则必须向农田补充一定量的该养分。

农田氮的投入，包括有机和无机肥料中的 N、作物的自生固 N 和共生固 N 作用所固定的 N、降水中所含有的 N 等。移出的 N 主要是随产品的移出量，由于淋溶和反硝化作用土壤中损失的 N 等。为简便只计算肥料中的含 N 量，共生固 N 量及随农产品移出的 N 量。

P 和 K 的投入主要是肥料，移出主要是随农产品的带走量。

农田养分平衡法是培肥方案中确定施肥量的常用方法，可以按照设计产量确定各种作

物的经济最佳施肥量；反之，也可以通过农田养分存在状况估算能够达到的作物产量范围。平衡法的使用，可以达到科学施肥的目的。

目前在生产中，常用公式计算：

施肥量=
$$\frac{\text{计划产量所需养分量}-\text{土壤供肥量} \text{ (kg/亩)}}{\text{肥料养分含量} \text{ (\%)} \times \text{肥料利用率} \text{ (\%)}}$$

计划产量所需养分量=
$$\frac{\text{作物计划产量} \times 100 \text{ 斤经济产量所需养分量}}{100}$$

土壤供肥量=
$$\frac{\text{无肥区作物产量} \times 100 \text{ 斤经济产量所需养分量}}{100}$$

需要通过施肥补充的养分量=计划产量所需养分量-土壤可供养分量

三、实例应用和分析

西北某地区实行两年三熟的轮作制度，春玉米→冬小麦---夏玉米，在一个轮作周期内计划施用有机肥 4000 公斤，化肥使用硝铵和普钙。其中圈肥含 N 0.3%，利用率为 30%，含 P2O5 0.2%，利用率 30%，含 K2O 0.6%，利用率 50%；普钙含 P2O5 14%，利用率 20%；硝铵 N 含 34%，利用率 40%。

试分析该种植方式在一个轮作周期内养分平衡状况，及其农田施肥方案。

表 1 轮作周期中作物对养分的需要量

作物	计划产量 斤/亩	计划产量所需 养分量 (1) (斤/亩)		土地养分供给量 (2) 地力产 折合养分量 斤/亩 (斤/亩)		需要补充养分量 (1) ~ (2) (斤/亩)	
春玉米	1000	N	25.7	N	15.42	N	10.28
		P ₂ O ₅	8.6	600 P ₂ O ₅	5.16	P ₂ O ₅	3.14
		K ₂ O	21.4	K ₂ O	12.84	K ₂ O	8.56
冬小麦	600	N	18.0	N	9.0	N	9.0
		P ₂ O ₅	7.5	300 P ₂ O ₅	3.75	P ₂ O ₅	3.7 5
		K ₂ O	15.0	K ₂ O	7.5	K ₂ O	7.5
夏玉米	500	N	12.85	N	7.71	N	5.14
		P ₂ O ₅	4.3	300 P ₂ O ₅	2.58	P ₂ O ₅	1.72
		K ₂ O	10.7	K ₂ O	6.42	K ₂ O	4.28
总计		N	56.55	N	32.13	N	24.42
		P ₂ O ₅	20.4	P ₂ O ₅	11.49	P ₂ O ₅	8.91
		K ₂ O	47.1	K ₂ O	26.76	K ₂ O	20.34

表 2 轮作周期中养分平衡估算

项 目		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
轮作周期内养分补给量 (斤)		24.42	8.91	20.34
轮作周期内计	圈肥 8000	7.20	4.80	24.0
	硝铵 126.6	17.22	——	——
划施肥量 (斤)	普钙 146.8	——	4.11	——
	总 计	24.42	8.91	24.0

养分平衡情况	0	0	+3.66
--------	---	---	-------

表 3 轮作周期中肥料分配方案

作物	施肥方式	圈 肥	硝 铵	普钙
春玉米	基 肥	4000		50
	种 肥		10	
	追 肥		40	
冬小麦	基 肥	4000		80
	种 肥		10	20
	追 肥		30	
夏玉米	基 肥			
	种 肥			
	追 肥		40	
总 计		8000	130	150

分析:(1)从表 1 的估算可以看出,在这一轮作周期内每亩需要补充 N24.42 斤, P_2O_5 8.19 斤, K_2O 20.34 斤。

(2) 根据当地有机肥资源情况求出有机肥料所能提供的养分数量, 其余不足的养分用化肥来补足。最后对养分平衡进行估算。从表 2 可以看出, N 与 P_2O_5 达到平衡, 而 K_2O 略有剩余。

(3) 根据表 2 养分平衡估算结果, 可以确定在整个轮作周期中肥料的用量为: 圈肥 8000 斤, 硝铵 130 斤, 普钙 150 斤。然后根据作物的经济地位, 前后茬口的关系以及农业技术措施等, 制定肥料的分配方案(见表 3)并付诸实施。

(4) 根据表 3 的肥料分配方案, 结合各种作物的种植面积, 即可算出全轮作区内为了完成计划产量指标所需要施用的各种肥料总量。

四、作业

西北地区某生产单位, 主要种植有小麦、玉米、棉花三大主要作物, 施行小麦—绿肥→棉花→玉米轮作方式。生产水平为小麦单产 400 公斤/亩, 玉米 600 公斤/亩, 棉花(皮棉) 80 公斤/亩, 绿肥 1600 公斤/亩。相关计算设计数据见表 1 和表 2, 该单位目前农田培肥措施现状见表 3, 请计算并分析该单位农田养分平衡情况, 将有关数据填入表中。

表 1. 不同作物(绿肥除外)形成 100 公斤经济产量所吸收养分数量(公斤)

作物收获物	N	P_2O_5	K_2O	合计
冬小麦籽粒	3	1.25	2.5	6.75
玉米籽粒	2.57	0.86	2.14	5.57
棉花籽棉	5	1.8	4	10.8
绿肥(生物产量)	0.35	0.25	0.6	1.15

注: 经济系数小麦为 0.35、玉米为 0.4、棉花(皮棉)为 0.1、棉花衣分按 40%计

表 2 作物养分含量

作物	器官	养 分 含 量 (%)		
		N	P_2O_5	K_2O

小麦	籽粒	2.08	0.7	0.5
	茎叶	0.5	0.2	0.6
玉米	籽粒	1.28	0.6	0.4
	茎叶	0.78	0.4	0.6
棉花	籽粒	3.7	1.1	1.1
	茎叶	0.6	1.4	0.9
绿肥	(鲜)	0.5	0.1	0.4

表 3 现行农田培肥措施 (公斤/亩)

作物	小 麦	玉 米	棉 花
秸秆还田 (%)	50	0	50
培 厩 肥	1500	1500	2000
肥 油 渣	10	5	25
措 尿 素	15	15	25
施 二 铵	15	20	25

注：厩肥含 N 0.48%，含 P_2O_5 0.24%，含 K_2O 0.63%；油渣含 N 3.41%，含 P_2O_5 1.63%，含 K_2O 0.97%；尿素含 N 46%；二铵含 N 16%， P_2O_5 20%；

各种肥料的利用率为：厩肥 20%，油渣 21%，化肥中 N 的利用率 30%， P_2O_5 15%，秸秆利用率为 30%，绿肥(油葵)利用率为 40%。

表 4 轮作周期中养分平衡计算

作物	计划经济产量	计划产量所需养分量		土地养分供给量		秸秆还田补充养分量		需要补充养分量			
	公斤/亩	需养分量		地力产	折合养分量	还田秸	折合养分量	量（公斤/亩）			
		（公斤/亩）		公斤/亩	（公斤/亩）	秆量	（公斤/亩）				
小麦	400	N	12		N	7.5		N	0.56	N	3.94
		P ₂ O ₅	5	250	P ₂ O ₅	3.13	<u>371</u>	P ₂ O ₅	0.22	P ₂ O ₅	1.65
		K ₂ O	10		K ₂ O	6.25		K ₂ O	0.67	K ₂ O	3.08
绿肥	1600	N	5.6		N	<u> </u>		N	3.2	N	<u> </u>
		P ₂ O ₅	4	1000	P ₂ O ₅	<u> </u>	<u>1600</u>	P ₂ O ₅	0.64	P ₂ O ₅	<u> </u>
		K ₂ O	9.6		K ₂ O	<u> </u>		K ₂ O	2.56	K ₂ O	<u> </u>
棉花 （皮棉）	80	N	<u> </u>		N	7.5		N	<u> </u>	N	<u> </u>
		P ₂ O ₅	<u> </u>	60	P ₂ O ₅	2.7	<u> </u>	P ₂ O ₅	<u> </u>	P ₂ O ₅	<u> </u>
		K ₂ O	<u> </u>		K ₂ O	6		K ₂ O	<u> </u>	K ₂ O	<u> </u>
玉米	600	N	15.42		N	10.28		N	<u> 0 </u>	N	<u> </u>
		P ₂ O ₅	5.16	400	P ₂ O ₅	3.44	<u> 0 </u>	P ₂ O ₅	<u> 0 </u>	P ₂ O ₅	<u> </u>
		K ₂ O	12.84		K ₂ O	8.56		K ₂ O	<u> 0 </u>	K ₂ O	<u> </u>
总计需补充养分量											
		N <u> </u>									
		P ₂ O ₅ <u> </u>									
		K ₂ O <u> </u>									

表 6 轮作周期中养分平衡计算

项 目	N	P_2O_5	K_2O
轮作周期内养分需补给量 (公斤/亩)			
轮 作 周 期	厩肥	5000	

内 计 划 施	油 渣	40
肥 量 (kg)	尿 素	55
	二 铵	60
	总 计	
	养分平衡情况	

实验五 不同耕作措施对耕层物理性质影响的测定及分析

一、实验目的

土壤容重、水分、孔隙度、坚实度是土壤的几个重要物理性质，是决定生产措施的重要依据，了解土壤的有关物理性质，对安排播种及确定各项田管技术等工作有重要意义。

一般来说，土壤容重大体在 1.0-1.8 之间的土壤的孔隙度未 30%-60%。土壤水分、坚实度数有一定的范围，结构良好的土壤耕层，要求土壤容重为 1.1-1.4，土壤孔隙度大于 50%。对一般早作物，在其耕作源活动层内（0-40 厘米）的土壤含水量，以保持水量的 60%-80% 为宜，含水量低余 60% 时，就要及时适量地灌水，容量过大、空隙度小，土壤坚实，土壤和水气状况不良，对作物生长不利，从而影响产量。实际生产中，创造和保持良好的耕层构造，协调“固态、液态、气态”三相比例关系，为作物生长创造良好的土壤环境是十分重要的。

本实验是在学习土壤学及农业化学的基础上，通过对不同工作措施及不同耕层耕前耕后各物理性状的变化，了解不同耕作措施对耕层的影响，为合理的采取各种措施提供依据。

二、实验方法步骤

土壤物理性状测定方法很多，这里只介绍其中比较常用的几种：

（一）土壤容重的测定——容重环法

土壤容重——自然状态下，单位体积土壤的烘干重（单位体积，包括水分及空气容积）
单位：克/立方厘米。

设备：容重环（容积 100 立方厘米）铝盒、小刀、平板铁铲等。

测定步骤：测定前容重环称重，到田间取样。

1. 选择有代表性地段，将容重环垂直压入土中（注意不压实土壤）取出后用小刀削去周围两端土壤，取样深度根据研究目的而定。本实验共取三层，即 0-1.0cm，1.0-2.0cm，及犁底层，因为容重变化较大（尤其表层土壤），所以要有一定次数的重复测定（表层 5 次，其他各层 3 次）。然后将容重环盖好带回室内，称重并取出 15-20 克测定土样含水量。（见步骤 2）

2. 将上述 15-20 克土样放入铝盒，用酒精湿润，点燃烧干，重复做 3-4 次，冷却称重。
算出土壤含水量% = (土样湿重 - 烘干重) × 100 / 烘干重

3. 不进行第二步而取 15-50 克土样放入铝盒后置 105-110℃ 的烘箱中，烘 6-8 个小时

至恒重，冷却至室温后称重。计算：

$$\text{土壤容重 (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{烘干土重}}{\text{容重环体积}}$$

$$\text{土壤含水量 (\%)} = \frac{\text{湿土重} - \text{烘干土重}}{\text{烘干土重}} \times 100\%$$

4. 于同一地段，在采取不同耕作措施后，重复测定土壤容重，并比较分析结果，评价耕作措施及质量的优劣。

（二）土壤孔隙度的计算

$$\text{土壤总孔隙度 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{容重}}{\text{比重}}\right) \times 100\%$$

（土壤比重一般在 2.6-2.7 克/立方厘米）

三、作业

（一）分析不同耕作措施对土壤物理性质的影响。

（二）分析不同耕层耕前耕后土壤物理性质的变化。绘制：深度-容重关系曲线。

第四章 小学期制

试验一 逆境处理对种子萌发和幼苗生长的影响（崔辉梅）

一、目的

让学生学会多层面、多角度研究和分析植物在逆境胁迫下的生物学问题。

二、原理

植物在逆境条件下会表现出形态、膜透性和生理生化的变化，以及特异性胁迫蛋白的表达增强，本综合性实验从植物材料的种植、材料的生长管理到后期胁迫处理，并从上述几个方面研究逆境胁迫条件下植物的生物学变化。

三、材料与用具

实验仪器 发芽盒、培养皿、镊子、容器瓶、量筒、移液管、滤纸，光照培养箱。

四、方法与步骤

（一）逆境处理对种子萌发的影响

1. 发芽床准备：将二层滤纸铺在培养皿内为发芽床，用滴管从滴瓶内吸取清水和盐胁迫（NaCl 溶液 60-80mmol/L）或干旱胁迫的（PEG6000 溶液 10-15%）注入发芽床，水量以将发芽床倾斜而水不滴出为度。

2. 种子的准备：取纯净的经过浸种的种子 50（大粒种子）-100（小粒种子），重复 3 次。

3. 播种：将已数好的种子均匀排放在发芽床内，种粒之间的距离与种子大小相近。培

养皿上贴上标签，注明材料名称，重复次数、处理浓度及日期，皿盖不易盖的过严，以免影响气体交换。然后放入发芽箱内，小麦、玉米、大豆、甘蓝型油菜种子在 20℃ 恒温、光照条件下培养；水稻、西瓜和辣椒种子放入发芽箱，在 30℃ 恒温、光照条件下进行发芽。

4. 检查管理：在发芽试验期间，每天检查发芽箱内的温度和发芽床的水分，其要求是：温度保持在规定温度上下不超过 1℃ 之间；对发芽床水分不足的，应遵循一致性原则，用滴管或喷壶适量补水，对于盐、干旱胁迫的处理可在发芽床上多铺几层滤纸，可以使盐浓度持续处理 3 天左右，如果出现缺水时，可以重新更换发芽床，仍以原来的处理浓度再次处理。在此期间注意通气情况，发现表面生霉的种子，应取出洗涤后放回原处，发现腐烂种子应取出并记载，严重发霉（超过 5%）的应更换发芽床。

5. 观察记载：种子的胚根伸长至 2-3mm 以上时，可认为是发芽的种子，凡有下列情况之一者，都作为不发芽种子：没有幼根的种子或有根无芽者；种子柔软、腐烂而不能发芽，幼根或幼芽为畸形者。在发芽试验过程中，按计算发芽势（初次计数）、发芽率（末次计数）的规定日期各观察记载一次。

初次和末次计数的时间，水稻种子为第 5 天和第 14 天，玉米为第 4 天和第 7 天，小麦为第 4 天和第 8 天，洋葱为第 6 天和第 12 天，大豆为第 5 天和第 8 天，辣椒为第 7 天和第 14 天，油菜为第 5 天和第 7 天，西瓜为第 5 天和第 14 天。其中，所述天数以置床后 24h 为 1d 推算，且不包括种子预处理的时间。试验期间从第 2 天起，每隔 24h 记录发芽率（以根长为 0.2cm 为萌芽标志），至第末次计数结束。如果确认某样品已经达到最高发芽率，也可在规定的时间内结束试验，而到规定的结束时间仍有较多的种粒未萌发（如包衣种子），也可酌情延长试验时间。发芽试验所用的实际天数应在实验结果报告中写明。

在末次计数时可从每个培养皿里选取 10 株正常芽苗分别测量胚根鲜重和干重，下胚轴鲜重和干重。计算种子的发芽率（%）、发芽势（%）、发芽指数（Gi）等指标。

发芽率(GP)%=末次计数内发芽种子数/种子总数×100%；

发芽势(GE)%=初次计数内发芽种子数/供试种子数×100%；

发芽指数(GI)= $\sum G_t/D_t$ (G_t 指时间 t 的发芽数， D_t 指相应的发芽天数)；

活力指数(VI)=GI×RL，RL 为胚根长；

（二）逆境处理对幼苗生长的影响

1. 植物材料的种植、管理和处理

小麦种子置于培养皿中，加入适量的去离子水，在发芽箱中催芽 15-18h，待种子露白后置于基质上生长 6d，挑选整齐一致的幼苗进行营养液培养。一组为处于正常的 Hoagland 营养液培养作为对照，另一组盐胁迫处理的营养液在正常营养元素基础上添加固体 NaCl，使其终浓度为 150mmol/L。小麦幼苗培养条件：温度 (21±1℃，湿度 50%-60%，光照度 150-200 $\mu\text{mol}(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。每 3d 换一次营养液。连续培养 3-7d 后对幼苗期性状进行调查。

2. 胁迫条件下生物学变化指标测定

(1) 形态学观察：仔细观察记载处理组与对照组的最长根长、苗长、根系鲜重和根系干重、地上部鲜重和地上部干重及各性状的相对值。

(2) 膜透性的变化：用电导仪测定处理组与对照组的叶片的电导率，分析并说明原因。

(3) 可溶性含量的变化：测定处理组与对照组的叶片中可溶性糖含量，分析并说明原因。

(4) 色素含量的变化：测定处理组与对照组的叶片中叶绿素含量和花青素含量，分析并说明原因。

(5) 脯氨酸含量的变化：测定处理组与对照组的叶片中脯氨酸含量，分析并说明原因。

(6) 抗氧化酶的变化：测定处理组与对照组的叶片中过氧化氢酶（CAT）活性、超氧化物歧化酶（SOD）活性、过氧化物酶（POD）的含量变化，分析并说明原因。

试验数据用 Excel 2003 等软件进行显著性检验和分析。相对性状值计算方法为：相对性状值 = (盐胁迫处理下性状值 / 对照条件下性状值) × 100%

五、作业

(一) 填写种子发芽试验记录，计算在逆境条件下种子知项发芽指标。

(二) 分析渗透胁迫下条件下，植物的适应性变化。

(三) 抗氧化酶系统有哪些组成成员，它们在植物耐性形成中有何作用？

试验二 作物根系数量和质量研究（罗宏海）

一、目的

掌握作物根系数量与质量的衡量指标，明确其测定技术与方法。

二、内容说明

根系是植物长期适应陆地生活的重要器官之一，根系除了可以从土壤中吸收水分和无机养分，并通过根的微管组织运输和转运到地上部之外，还可以将地上部合成的光合产物等有机物输送到根的各部位。早在 20 世纪 30 年代 Weaver J E 较系统地研究了作物根系的生长过程得出，植物根系生长、根群分布、根系构型、不同发育时期的根系吸收水分和养分的活力以及不同环境条件下根系的变化，都会影响植物的生长发育。（一）作物根系形态的测定

现有的根系观测方法通常分成取样和测量两步进行。要求取得的根系是完整的,至少涉及研究目的的主要根系不能残缺;还应保持其在土壤环境中的原状不变形,要求采样工作快速而准确;根系研究中另外一个关键性的工作就是对根系的有关参数进行准确的测定。近几十年来,为了弄清植物根系在土壤中生长与分布的真实情况,人们研究出了多种根系的观测方法。

1、田间直接取样方法——挖掘法

挖掘法又称为脉络法,是将用于研究的作物根系直接从土壤中挖出,然后将其洗净,选择需要的部分,最后进行测量。这种方法因为简单、易行、直观性强,所以得到了广泛应用。但是其对根系的损伤特别大,据统计有 30 %的根系在清洗的过程中脱落,这样就降低了实际测量的精度和可靠性,而且在每次测量时都必须将根系挖出,既损伤了作物,又限定了研究内容和范围,使得同一作物生长全过程观测无法成为现实。

2、直接观察法——分根移位法

分根移位法是以保证作物地上部分的稳定生长为前提条件,将不同类型根或不同节位根与其它根分开并引到别处培养,从而观察局部根与整体植株之间的关系。这种方法便于清楚地观察分离出的根系,能分期分时研究根系的数量变化,可以获得准确的根系信息。但是其丧失了自然环境的试验条件,而且容器壁处影响了根系的生长,同时需要查验初、次生根发展及作用的动态变化,对水肥等条件依赖较大,操作费时费力。

3、间接观测方法

(1) 同位素 ^{14}C 研究根系

同位素 ^{14}C 应用于根系是生态学研究比较新的方法,它是通过在密闭空间内对植物叶片提供 $^{14}\text{CO}_2$,让植物进行光合作用,经过一段时间后,再制取土柱原状样品,将冲洗后得到的根系样品进行 X 光放射性显影,得到完整的根系分布影像,最后对得到的影像进行分析,并通过测得的根系长度与显影测得的长度进行比较,以计算样品中的活根百分率。这种方法具有灵敏度高、样品制备简单、测定方便、可靠易行、费用低等优点,也可以区分活根和死根。但是根系在显影板上平放时的分布不均匀,交叉过多会降低测量的准确性。

(2) 植株注射法

植株注射法主要是从作物茎基部注入放射性元素(如 ^{32}P 、 ^{86}Rb),经过一定时间,在根系分布区的一定部位,制取土壤根系样品,并对根系样品进行示踪物检测,可分析根系的放射性元素含量并作为土壤中活根群数量的指标。这种方法通常适用于一年生作物。 ^{86}Rb 要放射 γ 射线,应用时无需对土壤根系混合样品进行 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下的灰化,而应用 ^{32}P 却相反。 ^{86}Rb 的半衰期 18.7 天, ^{32}P 的半衰期 14.3 天,它们的衰变速度较快,对大田的危害性较小。但此方法不能反映根系在特定时间内从土壤剖面吸取营养物质的能力,应用不当会对环境造成污染。

4、容器法

容器法是在根箱法的基础上,根据多年的根系研究而研制的一种根系研究法。具体操作是将作物限制在较小的范围内生长,从而保持根系的完整性,主要用来研究根系形态学、生物化学、生理学、根系生态学。它可以通过各种因素的不同配合,获得有关单个环境因素或多个环境因素对根系生长的影响,容器大小可以根据试验目的来决定。这种方法对试验中的生长条件易于控制,便于生长条件一致的重复试验,能迅速获得相关的特殊研究资料,操作方便,是禾本科作物的重要研究手段。但是其失掉了自然环境的试验条件,而且容器壁处根系密集,

影响了根系的生长。

5、网袋法

网袋法是 1991 年 Steen 首先采用的,它是在每个小区内按试验要求依对角线设置样点,在点上先插入外筒,挖去筒内泥土,然后将套有尼龙网袋的内筒插入外筒中,将内筒填满泥土,最后依次抽出内筒和外筒。每点按规格种植作物,并竖杆标记。取样时先将地上部收割,然后从设置的样点上相间地将尼龙袋连同作物根系带土取出,冲净泥土,获得较完整的根系,最后进行根系参数测定。这种方法的优点是可以直接在大田里进行试验操作,所获取的根系样本具有较好的普遍性和代表性。

6、微根管系统

微根管法于 1937 年首次由 Bates 提出来应用于微根系生长研究,并在土壤中真实地或通过图像记录一般难以接近的植物根系生长情况。目前,一个典型的微根管系统是由一个插入土壤中的微根管、摄像机、标定手柄、控制装置和一台计算机组成。

微根管是一种破坏性较小、定点原位野外观察细根生长动态状况的方法,利用微根管方法可以在多个时段对根系进行原位重复观测,克服了仅依靠对根系进行物理取样所带来的诸多缺陷,其最大优点是在不影响根系生长过程的前提下,长期监测某个根系片断或单个根系生长发育的变化趋势;用来详细研究根系的生长、死亡和物候等特征,对生态系统地下部分生产力估计及根系吸水模型的建立非常有效,是估计生态系统地下碳分配和碳平衡研究的有效方法。这项技术目前已广泛地应用于草地、农作物、果园、沙漠植物和森林等人工或自然植物群落的根系研究中,因而被认为是作物根系观测研究进程中的一个重要里程碑。

(二) 根的生理功能测定

根系活力用 TTC(氯化三苯基四氮唑)还原法测定;根系吸收总面积和活跃吸收面积用亚甲基蓝吸附法测定;根系的导水率测定:根系吸水是作物的一个重要生理功能,而其吸水能力的大小取决于导水率的大小。目前测定根系导水率的方法主要有压力室法、蒸腾法和根压法。

(三) 根系的分泌物测定方法

1、根系分泌物收集方法

有关根系分泌物收集方法目前还没有系统划分。以植株根系所在的培养系统,可将根系分泌物收集方法分为:溶液培养法、基质培(蛭石培、砂培、琼脂培等)收集及土培收集。**3.1.1 溶液培收集** 根系分泌物常用的收集方法是溶液培养收集法,将植株完全的根系放置在营养液里生长一段时间后,收集其营养液,即为所收集的根系分泌物。采用溶液培养收集方法要注意植株通气状况对根系分泌物的影响。

(1) 土培收集

将植物种植于土壤中,生长一段时间后直接获取根际土壤,将其与无菌水按一定比例混合,振荡或离心,过滤,所得滤液,即为根系分泌物。或将生长一段时间后的植株根系,用蒸馏水淋洗,所得根系淋洗物即为根系分泌物。

（2）基质培收集

基质培收集根系分泌物与土培收集根系分泌物具有相似性,不同之处在于根系生长的介质不同。基质培收集根系分泌物常用的基质有:石英砂、琼脂、蛭石和人造营养土等。由于石英砂本身不含植物生长所需的有效成分,惰性较强,不易与根系分泌物各组分进行化学反应,因此,常被用于根系分泌作用研究。

石英砂培收集方法:植株苗在石英砂中胁迫处理一段时间后,借助一定的压力作用使植株根系和石英砂在蒸馏水或稀释的有机溶剂中短时间浸泡,收集其浸泡液,即得根系分泌物。琼脂培收集方法:将植株幼苗置于琼脂介质中,胁迫处理一段时间后,收集根系周围以及附着在根系上的琼脂,加热溶解,过滤,收集其过滤液即为根系分泌物。进一步分离可根据实验目的不同而进行。琼脂培收集根系分泌物时,应注意防止微生物污染。

2、根系分泌物分离纯化方法

根系分泌物收集之后,要进一步分离纯化,才能进行有效分析。在分离纯化过程中要根据待测组分的理化及生物学性质,选择合理的分离纯化方法。

3、根系分泌物鉴定

分离纯化根系分泌物是为了更好地对未知组分进行鉴定。常用的鉴定技术主要有现代仪器分析方法和生物活性测定方法。

三、材料与用具

（一）试验所用材料为主要大田作物的根系。

（二）根系图像分析系统、分光光度计、10 毫升的量筒、吸管（0.5、5、2 毫升）、10 毫升的容量瓶 15 个、50 毫升的烧杯 10 个、研钵 3 个。

四、方法与步骤

（一）根系形态参数

将根样排放于盛满水的透明玻璃盒中,利用根系专用扫描仪(Epson V500, USA)扫描成黑白对照的TIF 图像文件。扫描好的TIF 文件用图像分析软件(WinRHIZO, Canada)计算各土层根系的根长密度(Root length density, RLD)、根表面积指数(Root area index, RAI)、根体积密度(Root volume density, RVD)与根质量密度(Root mass density, RMD)等形态特征指标。

（二）根系活力

用改良TTC还原法测定根系活力。

（三）根系分泌物的分离鉴定

1、幼苗砂培

用10 %的盐酸浸泡石英砂1周,之后用水冲洗至无氯离子为止,再用去离子水冲洗,至pH稳定,150℃烘干后作培养基质,播种前用饱和CaSO₄溶液浸溶;播种种子用H₂O₂ 消毒,之后在人工气候室内避光发芽,温度为20~25℃;子叶露出时在自然光照下培养,当根长至

5~7 cm 时，进行溶液培养。

2、溶液培养

参试营养液为Hoagland 营养液；营养器采用容量为10 L的圆形塑料桶，用铁丝架和橡皮筋做成支撑网。溶液培养时，将生长均一的砂培幼苗移出，用去离子水冲去根部石英砂后，在1/2的Hoagland溶液中定植，每孔1 株，密度为15株/盆。未定植幼苗的网孔用深色塑料薄膜覆盖。植株培养期间定期通气。第1 周结束时，将营养液换为完全营养液，此后每周更换营养液1 次，保证幼苗正常生长。第5 周结束时，收集提取分泌物。

3、根分泌物的收集

将培养了5 周的幼苗移栽到6 L 0.5 mmol/ L 的CaCl₂ 溶液中，在室温且光线良好的条件下培养4 h（9: 00~13: 00），用500mL CH₂Cl₂ 溶液提取根洗液2次，将提取液过0.45μm 膜，减压浓缩至干备用。

4、根系分泌物的分离鉴定

运用GC – MS（气相色谱和质谱联用）测定。

五、作业

- （一）分析和测定不同种类作物根系形态特征的差异。
- （二）运用改良TTC还原法测定干旱后作物的根系活力。
- （三）如何进行作物根系分泌物的分离鉴定？根系分泌物对作物生长发育及土壤环境有何影响？

试验三 作物冠层结构的分析（蒋桂英要修改）

一、目的与意义

作物冠层结构是作物群体结构的重要组成部分，它对作物群体的物质生产及经济产量的形成有重要的影响，因此，作物冠层诸指标也成为评价作物群体结构优劣及探讨不同群体生产能力大小的重要依据。通过本项综合试验，使学生掌握与冠层结构有关的诸指标的涵义，并学会这些指标的测定和求算方法，用测定结果对作物群体结构进行评价和比较。

二、测定对象

选择生育正常，生长均匀的接近最高叶面积指数期的小麦或棉花群体，分别代表禾谷类作物群体和阔叶作物群体。

三、试验内容

（一）作物叶面积指数的测定方法

测定叶面积指数是在测定单叶面积、单株叶面积的基础上，再根据单位土地面积内的作物株数，就可以计算叶面积指数。

1. 仪器设备：米尺；剪刀；铺有湿纱布的带盖搪瓷盘；天平；叶面积仪；皮尺（50m）。

2. 测定方法：首先应调查单位土地面积上（每平方米或若干平方米）的作物实有株数。根据地块大小和地势等，按对角线五点式定点法或三点式定点法确定 3~5 处有代表性的观测点。每一观测点的大小，因作物而不同，如玉米、高粱等高秆作物，可取 20-30 m²，稻、麦、大豆等矮秆作物可取 2-5 m²，每观测点可用尺量取正方形或长方形，也可顺垄取段计算。确定测点后，分别查出每观测点内的实有株数，并计算出每平方米内的植株数。

在查出株数后，在各测点内再选有代表性的若干植株，如玉米、高粱可选 3-5 株（共 9-25 株），水稻、小麦等可选 5-10 株（共 15-50 株），测定单株叶面积。

为了测定单株叶面积，首先应测定单叶面积。在测定单叶面积时，可采用长宽系数法或叶面积仪法进行离体或活体的单株叶面积测定。再由各观测点若干株的单株叶面积测定值，求出观测点的平均单株叶面积值。最后，按下式计算叶面积指数：

$$\text{叶面积指数} = \text{平均单株叶面积 (cm}^2\text{)} \div 10000 (\text{cm}^2 \cdot \text{m}^{-2}) \times \text{测点的株数/测定面积 (m}^2\text{)}$$

（二）作物群体消光系数的测定

由关系式 $K=2.3(\log I_0 - \log IF)F^{-1}$ 可知，只要测知叶面积指数（F）、冠层顶部的自然光强（I₀）和群体内的光强（IF）就可算出 K 值。

1. 仪器设备：米尺；照度计（单点式，如 ST-80 型；棒式，如 LI-188B 积分量子辐射光度计）；单对数纸。

2. 测定方法

按前述方法测定叶面积指数。

I₀ 和 IF 值的测定 在晴天正午或阴天，用照度计测定群体冠层顶部的自然光强 I₀ 和群体内的光强 IF。群体内光强可以是地面处的光强度，也可以是某一高度处（如植株 1/2 高度）的光强度，与此相应的叶面积指数，前者是作物群体从上到地面的累计总叶面积指数，后者是从作物群体顶部至光强高度处的累计叶面积指数。

在晴天，用单点式照度计测定时，因群体内有直射光斑，而且单点式照度计的测定面积很小，所以需要进行多点测定。用一米长的米尺平行地面摆好（横垄），手持照度计的探头平放在尺面上，每移动 10 cm，读取一次照度值，取 10 次测定值的平均值，为该测点的光照强度值。用棒式照度计时，因其探头部分很长（一米），一次测定值就是测点处光照状况的平均值，所以，取三次测定的平均值即可。

3. 计算消光系数

将测出的 F（叶面积指数）、I₀、IF（地面处的光强）代入下式计算群体消光系数值。

$$K = 2.3(\log I_0 - \log IF) / F$$

4. 绘制作物群体的消光曲线

用各层（不同高度）透光率的对数 (ln IF/I₀) 和相应的 F 值绘制群体消光曲线图。也可以用相对照度和群体不同层次的相对高度作图，绘制群体的消光曲线。

5. 最适叶面积指数的计算

假定某作物光补偿点时的光强（ I_F ）为 2000Lux，再考虑到为了补偿夜间的消耗取 2 倍于光补偿点的光强，即以 4000Lux 计，自然光强（ I_0 ）平均以 70000Lux 计，再由所求 K 值，就可算出最适叶面积指数，即由 $K=2.3(\log I_0 - \log I_F)/F$ 得 $F=2.3(\log I_0 - \log I_F)/K$

（三）作物群体结构的测定

作物群体是进行光合作用的主体，作物群体的光合速度和生长量与群体结构有密切的关系。作物群体是由光合层（叶、穗层），包括所有绿色叶片、穗和茎的一部分；支架层（茎层）和吸收层（根层）。在这个层次结构中，光合系统（叶）和非光合系统的空间配置和与这种配置有关的小气候环境条件对物质生产的影响，长期以来受到很多研究者的重视。日本人门司和佐伯（1953）对这种群体层次结构称为“生产结构”。

为了定量研究作物群体的这种生产结构中光合系统——叶的各种特征，并将其与群体生产量联系起来，提出了分层切割法（或称大田层切法）。即把一定面积的长方形小区内的植株群体，由上而下按一定厚度（10cm 或 20cm，视作物的群体高度而定）分层割取。然后把每层割取材料中的光合系统（主要指叶片）和非光合系统（主要指茎秆）分开，测定干物重和叶面积。在进行分层割取之前，先测定群体内每层的水平照度（ I ），并求出其与群体上部的水平照度（ I_0 ）之比（ I/I_0 ）。然后把求得的各层次的量和光的分布作图（图）

图 中，横轴表示生物量或光强度，纵轴表示距地表面的高度。图的左侧为光合系统，右侧为非光合系统。光强度以相对值表示，以群体冠层表面为 100，群体内按高度示其照度%。由于这种图象清楚的反映出群体内光合系统和非光合系统的空间配置和光能分布的关系，所以叫做生产结构图。

作物群体的生产结构，大体上可分为宽叶型和窄叶型两大类。图 表明，宽叶型群体由于叶片的倾斜角（对水平面而言）较小，多数近于水平状态，故光合系统主要集中在群落上层，大部分光照多为这层所吸收，而群体下层很难有光线透入。在比较直立叶片构成的窄叶型群体内，由于光合系统主要分布在群体的中、下层，因此在群体下层，光照也能透入。

群体的生产结构不同，其物质生产力也有差别。在光合系统不充分发达的生产结构中，由于一部分光能不被群体的叶片截获吸收而漏射到地面，因而这种结构的物质生产力低。反之，在光合系统过分发达的群体中，由于冠层表现过茂状态，使下层的光照不足，所以生产力也低。因此，在不同类型的群体生产结构中，却存在着一个具有最大的物质生产力时的最适光合系统量——最适叶面积指数大小的问题。窄叶型与宽叶型结构相比，由于前者的光照能很好的透入下层，故最适光合系统量一般要比后者大。据研究，在强光条件下，窄叶型群体比宽叶型群体具有较高的物质生产力；但在弱光条件下，则宽叶型群体的生产力较高。

1. 仪器设备

刻度标杆；米尺；照度计（如 L1-188B 量子辐射照度计）；叶面积仪；剪刀；塑料袋（或牛皮纸袋）；天平；烘箱；细绳。

2. 测定方法

（1）测点的准备 测点的大小因作物而不同，稻、麦、大豆等矮秆密植作物以 1 m² 为宜，玉米等高秆作物以 2 m² 为宜。选好测点后，用米尺量取正方形或长方形，在四角插立刻度标杆，使贴近地面的刻度高度一致。从茎基部量起，每 10 cm（或 15 cm）为一高度层，用细绳在标杆上对角拉一水平线，注意不要损伤植株和群体的自然分布状态，将群体分为若干层。

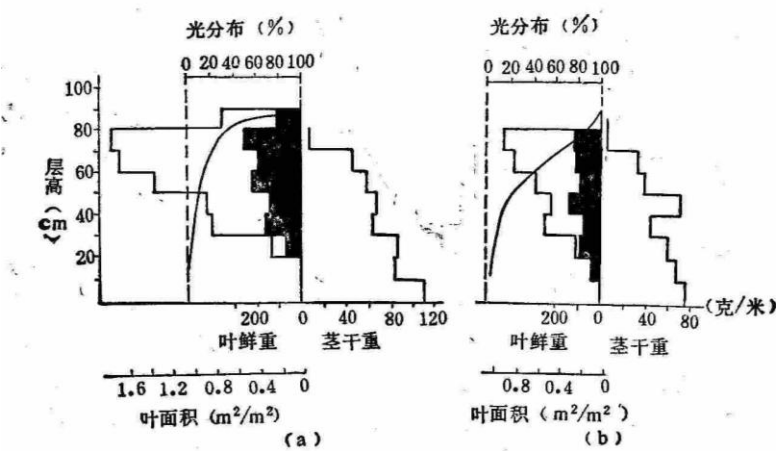
（2）测定各层的照度 测定冠层顶部和群体内自上而下各层的光强。在晴天用单点式照度计测定群体内各层的照度计时，为减少直射光斑的影响，每层内都应取同一水平面上 10 处测定值的平均值，用棒式照度计时，也应取 3 次的平均值。在云层均匀的半阴天，作物群体内无直射光斑时，在同一层内，用单点式照度计测定三次取平均值，用棒式照度计测定一次即可。

（3）分层割取 以每层的拉绳高度为准，从上向下进行分层切取。如果由于剪掉了上层，有些枝叶跷起来时，可用手将它按回到原来的层位中剪取。把各层的剪取材料分别装入牛皮纸袋内带回室内。

在室内将每层的叶、茎、穗分别剪开，一般把叶鞘和茎合在一起。

（4）测定叶面积和重量 将每层的叶、茎、穗分别称量鲜重，再测每层叶片的总叶面积，以平方米计，可得每层和总的叶面积指数。最后将材料全部烘干，分别称量每层各部分的干重。

（5）绘制群体结构图 用所测干重、叶面积指数、相对照度，参照下图，按各层高度绘制群体结构图。



四、结果分析

（一）不同作物群体冠层特点比较

表 1 不同作物群体冠层特点比较

	叶面积指数	消光系数	最下层相对照度	最适叶面积指数
棉花群体				
小麦群体				
差值				

（二）不同群体冠层结构及光分布图的绘制。包括：相对照度曲线、叶干重分布、叶面积分布、茎鞘分布。（参照例图进行）。

五、讨论

- （一）不同作物群体冠层特点有何差别？产生这种差异的原因是什么？
- （二）从光能利用的角度分析，高产群体冠层应该是怎样的。
- （三）本试验过程中哪个环节最难操作？哪个环节最易产生误差？

试验四 作物物质生产的分析（蒋桂英）

一、目的

通过对作物生长过程的分析，了解作物的物质生产量，即干物质增长的规律及其定量研究的方法。

二、内容说明

作物通过光合作用，利用日光能，同化二氧化碳、水和无机物质，进行了物质和能量的转化和积累，形成各种各样的有机物质。组成作物躯体的全部干物质中，有机物质占总干物质的 90%-95%，其余为矿物质。因此，光合作用形成的有机物质的生产和积累是农作物产量形成的主要物质基础。

（一）作物的干物质积累

作物个体和群体的生长（干物质积累）和繁殖（个体的增加）均按 logistic 曲线的生长模式进行。一般说作物干物质积累过程，大体可划分为三个阶段，即缓慢增长期、指数增长期、直线增长期和减缓停滞期。

作物生长初期，植株幼小，叶片和分蘖（枝）不断发生，并进行再生产，此期的干物质积累与叶面积呈正比。植株干物质质量的生长决定于初始干物重、相对增长率（即干重增长系数）和生长时间的长短。这种关系可用指数方程表示：

$$W = W_0 e^{Rt}$$

式中， W_0 为初始干重， R 为增长率， t 为时间， e 为自然对数的底。

增长率 R 是随植株大小、环境条件的变化而变化。随着植株生长，叶面积增加，叶片相互荫蔽，单位叶面积的净光合率则随叶面积的增加而下降，但单位土地面积上叶面积总量大，故群体干物重的积累几近于直线增长，故称线形增长期。此后，随着叶片衰老，功能减退，同化物同化物由营养器官向生殖器官转运，群体干物质积累速度减慢，当植株进入

成熟期时，生长停止，干物质积累停止，进入衰老期时，干物质反而有减少的趋势。

（二）作物的干物质分配

干物质的分配随作物种、品种、生育时期及栽培条件而异。生育时期不同，干物质分配的中心也有所不同。以玉米为例，拔节前以根、叶生长为主，地上部分叶子干重占全干重的 90%；拔节至抽雄，生长中心是茎叶，其干重约占全干重的 90%；开花至成熟，生长中心是穗粒，穗粒干物质积累量显著增加。品种间干物质的分配特点与生物产量高低有关，大豆早熟品种，生物产量较低，茎叶干重所占比例较小，荚粒所占比例较大，晚熟品种则相反。同一大豆品种在不同肥力条件下种植，干物质在各器官的分配比例存在差异，土壤肥沃，茎叶生长繁茂，荚粒干重所占比例较小；中肥条件下，荚粒所占比例较大。稻、麦的谷粒与叶秆比（谷草比）也是衡量干物质在器官间分配的指标之一。Bingham（1969）对冬小麦干物质分配的研究指出，矮秆品种的粒秆比为 1.15–1.49，高秆品种为 0.9–1.10，表明矮秆品种的干物质分配对籽粒产量形成有利。

作物种类或品种不同，生态环境和栽培条件不同，各个时期所经历的时间、干物质积累速度、积累总量及在器官间的分配均有所不同。例如，水稻常规粳稻穗分化前的干物质积累量占总量的 10%–20%，幼穗分化到抽穗占 40%–50%，抽穗到成熟占 30%–40%；杂交籼稻前期干物质积累量明显增多，约占总量的 30%，中后期各占 30%–40%。对各时期干物质积累与产量关系分析表明，水稻抽穗后的光合产物总量与产量呈直线关系，即抽穗后物质生产越多，产量越高。一般抽穗前贮藏物质占产量的 10%–30%，抽穗后光合产物占 70%–90%。因此，抽穗后尽可能保持较多的绿叶数，并延长其功能期对增产产量十分重要。花前和花后物质生产对作物产量的贡献一般用以下公式计算：

开花前贮藏物质转移率(%)=(营养器官开花前干物重-成熟期干物重)/开花期干物重×100

开花前贮藏物质贡献率(%)=(营养器官开花前干物重-成熟期干物重)/粒重×100

花后干物质贡献率(%)=(植株成熟期干物质量-植株开花期干物质量)/产量×100%

花后物质生产力=花后干物质积累量/开花期总叶面积

三、材料与用具

（一）所需测定的作物植株(小麦或玉米、棉花等)；

（二）1 / 1 0 0 天平、剪刀、直尺、纸袋、电光叶面积测定仪、烘箱等。

四、方法与步骤

（一）**取样时期**：一般在作物生育期间关键时期取样，如小麦的分蘖期、拔节期、孕穗期、抽穗扬花期、孕穗期及完熟期，棉花的苗期、现蕾期、盛蕾期、开花期、盛花期、盛铃前期、盛铃后期、吐絮期，或出苗后的固定天数，一般以 7–10 天为固定间隔取样时间。

（二）**取样数量**：每一作物或每一处理选取长势均匀的植株 3–10 株，密生作物前期 10 株，后期 5 株，中耕型作物前期 5 株，后期 3 株。分为根、茎叶和果实 3 部分，重复 3 次，105 ℃

杀青 30 min, 70 °C 烘干至恒重, 称取重量, 计算干物质积累量。

(三) 干物质积累的模拟: Logistic 生长曲线 $W = \frac{a}{1 + be^{-cx}}$ (其中, W 表示干物质积累量, x 为时间, a 、 b 、 c 为待定参数) 对加工番茄地上部、地下部干物质和总干物质积累进行拟合分别对方程求一阶、二阶和三阶导数, 得到干物质积累的特征值, 包括最快生长时段的起始时间 (T_1)、终止时间 (T_2)、峰值出现时间 (T_m)、最大相对生长速率 (V_m) 和快速增长持续时间 (T):

$$T = T_2 - T_1 \quad (1)$$

$$T_1 = \frac{1}{b} \ln \frac{2 + \sqrt{3}}{a} \quad (2)$$

$$T_2 = \frac{1}{b} \ln \frac{2 - \sqrt{3}}{a} \quad (3)$$

$$T_m = \frac{\ln a}{b} \quad (4)$$

$$V_m = -\frac{ab}{4} \quad (5)$$

(四) 干物质分配的计算:

花前和花后物质生产对作物产量的贡献一般用以下公式计算:

开花前贮藏物质转移率 (%) = (营养器官开花前干物重 - 成熟期干物重) / 开花期干物重 × 100

开花前贮藏物质贡献率 (%) = (营养器官开花前干物重 - 成熟期干物重) / 粒重 × 100

花后干物质贡献率 (%) = (植株成熟期干物质量 - 植株开花期干物质量) / 产量 × 100%

花后物质生产力 = 花后干物质积累量 / 开花期总叶面积

(五) 作物群体结构的考察: 对于谷类作物来说, 一般用粒数叶比 ($\text{个} \cdot \text{m}^{-1}$) 和粒重叶比 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) 表示, 棉花一般用铃数叶比 ($\text{个} \cdot \text{m}^{-1}$) 和铃重叶比 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) 表示。

粒数叶比 ($\text{个} \cdot \text{m}^{-1}$) = 单位土地面积上穗粒数 / 开花期相同土地面积上总叶面积 (6)

粒重叶比 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) = 单位土地面积上千粒重 / 开花期相同土地面积上总叶面积 (7)

铃数叶比 ($\text{个} \cdot \text{m}^{-1}$) = 单位土地面积上铃数 / 开花期相同土地面积上总叶面积 (8)

铃重叶比 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) = 单位土地面积上铃重 / 开花期相同土地面积上总叶面积 (9)

五、作业

(一) 以任一作物为例, 选取正常型、早衰型和旺长型三种长势长相植株, 模拟地上部分和地下部分干物质积累, 计算不同长势长相干物质分配和群体结构指标。

(二) 依据计算结果, 分析数据, 提出针对性的田间管理措施。

试验五 灌溉自动控制与智能化管理研究 (崔静)

一、目的

管理水平是制约节水灌溉技术发展的重要环节，采用自动控制与智能管理技术，能够很好的按照作物需水规律，综合气象数据和生产实践的经验，实现作物适时适量的灌水，达到提高用水效率、节约用水的目的。通过实地参观调查，使学生了解灌溉自动控制系统的的基本组成和工作原理，掌握土壤墒情的测定和灌溉预报计算方法，从而增加学生对灌溉自动控制系统的感性认识。

二、内容说明

灌溉自动化系统是指利用现代科学技术及设备，在固定灌溉系统设备基础上，实现了灌溉过程自动化的系统，它是灌溉信息化的一部分，是实现智能化灌溉的基础，并与灌溉专家决策系统一起组成智能化灌溉系统。灌溉自动控制与智能化管理系统主要由信息采集监测系统、智能决策支持系统和自动控制系统 3 个子系统组成，系统通过置于田间的传感器实现农田信息的采集工作，信息经下位机处理成数字信号后根据用户需要定时传至监控中心（一级用户）或二级用户的服务系统上，一级用户的主机则以模型库、方法库和知识库为支撑，对数据库中的信息进行率定，处理成具有实际意义的物理量，同时把处理结果存储到相关实时数据库中，由决策支持系统分析、计算后给出作物的精确灌溉时间和最佳灌水量，以及其它相关信息，灌溉工作则由自动控制系统根据决策支持系统的指令自动完成。

（一）墒情监测与传输系统

准确及时的数据采集与传输是实现决策与控制的基本环节和根本保障。数据监测与传输系统的主要功能是完成各种信息和数据的收发和整理：即接收各个田间（或水源）数据采集终端和节水控制终端上传的数据信息和状态信息，把它们存入相应的数据库并分发给相应的监控计算机，以实现对各个数据采集点和控制点的监控和管理，为控制系统的动作执行提供依据。该部分主要由数据采集终端和集中监控中心两部分组成。

数据采集终端是基于 GSM 的单片机嵌入式系统，其硬件部分主要由单片机 MCU 单元（数据采集部分）、A/D 转换器、GSM 通信模块、传感器以及太阳能电池板等组成，它通过 GSM 网络和监控中心进行双向信息传输，具有数据采集和 GSM 无线数据传输功能。软件部分主要包括：数据采集及 A/D 转换程序设计，GSM 短信收发程序设计等。

集中监控中心的硬件主要包括：PC 机、GSM 通信模块。软件部分主要包括：监控中心主界面设计、GSM 短信收发程序设计、实时水分数据库程序设计等。

（二）滴灌自动控制系统

滴灌自动控制系统(Irrigation Auto-control System) 是以滴灌系统为载体，由中央监控站、田间工作站和电磁阀等硬件设备组成，以相应的通讯系统和系统软件作为支撑的灌溉自动控制系统。由监控系统发出的对各个监控点的状态信息被传送到控制中心，系统处理后提供决策指令来确定是否进行灌溉。当不需要灌溉时系统提供下次灌水时间，需要灌溉时则向控制卡发出灌溉指令，指令信息被传输到相应的田间（或水源）数据采集终端

和节水控制终端上，从而实现对监控点设备进行控制（开启和关闭）的目的。目前，生产上示范推广的膜下滴灌自动控制系统主要由以下部分组成：

1. 中央监控站。也叫上位机（主站），一般由中央监控计算机、首部控制器、GSM/GPRS 模块、Internet 连接设备和相应的软件构成，它是整个系统的信息监测与控制中心。根据实际需要，中央监控站可以放在泵房或上级主管部门。目前，因为系统控制面积比较小且处于示范推广阶段，为了突出示范效果的现场观摩作用，比较常用的做法是在泵房放置小型中央控制站。从长远来看，为了节约整个系统成本，增强系统集中综合监管能力，应采取 GSM/GPRS/CDMA 网络或 Internet 网络技术，将中央监控站放置在连部或团部，集中监控多个独立的滴灌自动化系统。

2. 田间工作站。简称田间站，或叫中继站，指的是放置在田间的一个或者几个设备，它同时与主站、阀门控制器连接，提供从主站到阀门控制器的数据链路。田间工作站作为信息中转和信号转换的中间环节，起到承上启下的作用。

3. 阀门控制器。也叫 RTU(远程网络终端控制单元)或解码器，它一般直接与电磁阀连接，接收上位机主站的指令（或者田间站指令）对电磁阀的启闭进行控制。如果能够采集田间信息，就叫信息采集器。

4. 电磁阀。电磁阀是整个系统的最末端执行机构，它根据阀门控制器的指令，确定是否执行控制指令。

滴灌自动控制系统的工作原理如图 1 所示。其中，中央监控站以上为网络高级单元，参与系统监测、信息浏览及汇总分析等功能；中央监控站以下是整个网络系统的最小组成单元，组成了田间(或首部)自动控制系统，直接参与田间电磁阀控制、信息采集及获取等功能，一般实行田间无线数传电台、GSM/GPRS/CDMA 无线、总线方式或 GSM+总线等通讯方式。

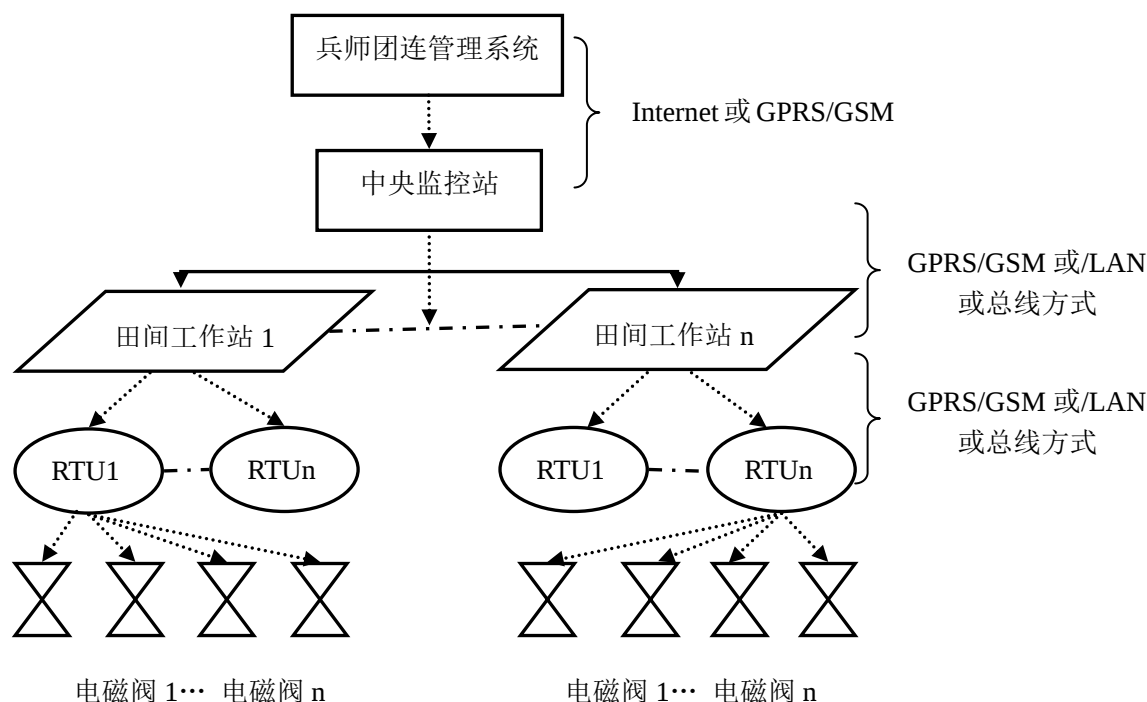


图1 滴灌自动控制系统的的工作原理图（引自：郑重. 绿洲节水灌溉技术, 2009）

根据通讯方式的不同，一般将滴灌自控系统划分为三种类型：

1. 总线方式自动控制。一般由中央控制器、地下线缆、中继器、阀门控制器、电磁阀等组成，通过现场总线方式（RS485 总线或 CAN 总线等）进行数据通讯。

2. 无线方式自动控制。一般由中央控制器、田间工作站、阀门控制器和电磁阀等组成，通过无线数传组网或 GPRS/GSM/CDMA 网络技术进行数据通讯。

3. 混合方式自动控制。一般由中央控制器、田间工作站、阀门控制器和电磁阀等组成，通过无线+总线方式进行数据通讯。该方式可细分为两种：（1）首部到田间站是无线方式，田间站 to 阀控器是总线方式；（2）首部到田间站是总线方式，田间站 to 阀控器是无线方式。

无论采取哪种控制类型，农田灌溉自动控制系统必须具备以下几种功能：

一是能进行轮灌制度编制。系统可根据水利学优化设计要求进行阀门编组轮灌，可进行时间设定轮灌、灌量设定轮灌和随机设定轮灌。

二是能进行补灌方式选择。在农田灌溉不均匀的情况下，系统能够根据灌溉需要随意启闭电磁阀补充灌溉，即进行点片控制灌溉。

三是能进行灌溉状态反馈。在目前灌溉自动控制系统硬件设备质量还不十分可靠、水源水质较差及管理人员素质较低等情况下，系统能进行电磁阀启闭状态的自动反馈、查询及显示。

四是能进行灌溉记录保存。系统能将灌溉日期、灌溉时间或灌溉量等信息记录保存。

五是能进行数据分析决策。系统在安装各类传感器的情况下，能兼顾数据采集、分析、决策等功能。如系统以土壤湿度临界值为主参数（可包括气象信息、作物视频诊断等）进

行智能化控制灌溉。

六是能进行手动控制灌溉。在系统出现意外情况下，可人工手动进行电磁阀启闭，以保证连续灌溉不会中断，不误农时。

（三）决策支持系统

水分管管理决策支持系统是以水分灌溉管理为研究对象，综合运用现有的信息采集、数据处理、知识集成等技术来提高灌溉管理水平，为管理人员提供决策依据和参照，从而有效地提高灌水效率的智能管理系统，该系统一般包括：数据库管理、模型库管理、知识库管理、图形信息管理、作物模拟与管理、智能决策管理、控制管理等多个模块。同时与信息采集监测系统、自动控制系统相辅相成，互相联系，彼此依托，三者共同组成灌溉自动控制与智能化管理系统（图 2）。

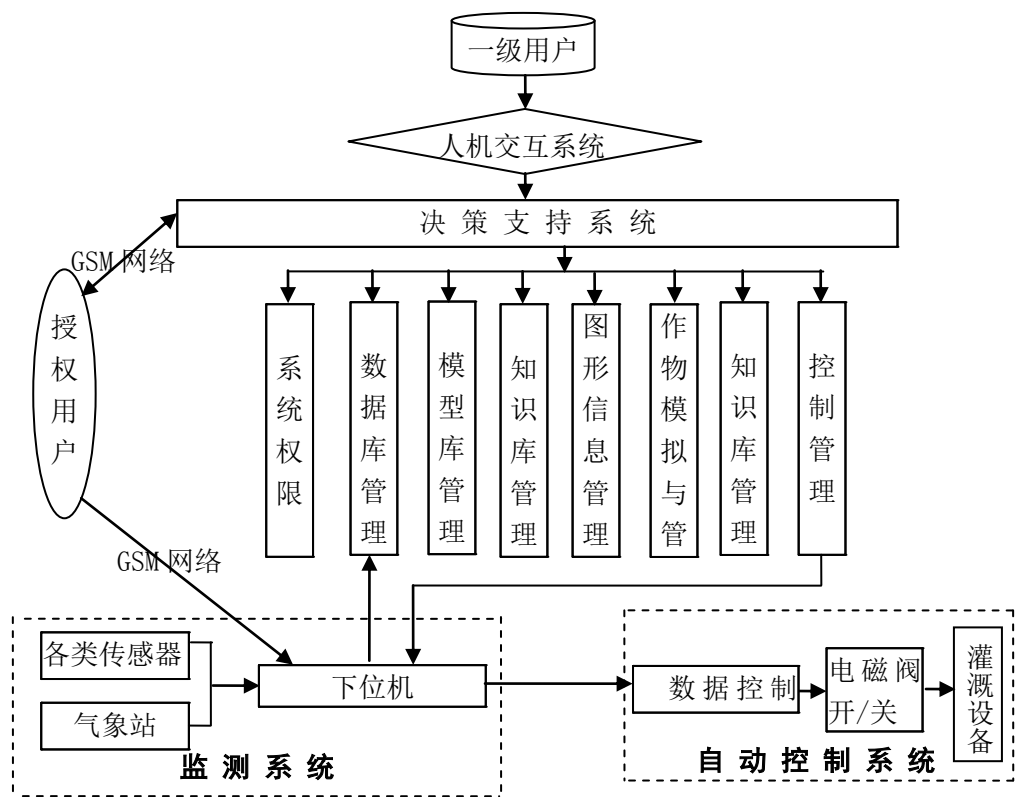


图 2 灌溉自动控制与智能化管理系统
（引自：崔静. 棉田水分管管理决策支持系统研究，2006）

三、材料与用具

TDR 水分传感器、土钻、盆子、铁棒、铝盒、记载本

四、方法与步骤

（一）选择安装灌溉自动控制系统的棉花或玉米田块作为观测对象，在作物灌完头水后的任意时间到田间，实地听取老师对灌溉自动控制与智能化管理系统的介绍，并进行实地参观。

（二）完成参观内容后，分组实际操作水分传感器的安装过程，具体安装过程如下：

1. 选择距离滴灌带 5-10cm 处，用土钻打孔，孔的深度约 50cm 左右，并将取出的土放

入盆中，加水和成泥浆。

2. 将传感器的感应部分垂直放入孔中，并将事先拌好的泥浆沿传感器壁灌入孔的缝隙中，以保证传感器与土体的紧密接触，表面用干土压实。

3. 用铁棒分别在传感器周围四个垂直方向处用铁棒打孔(4个孔各距离传感器约5cm)，以保证土体的紧实。最后用泥浆分别填充，完成水分传感器的安装工作。

一般安装后需要平衡一段时间方可正常使用，因此该传感器仅用于传感器的安装示范使用，用于评价比较的传感器需另外选择在田间已安装好，可正常使用的传感器。

(三) 选择任意一个用于墒情监测的传感器，在其附近用土钻打孔取土，打孔深度为60cm，每20cm取土一层，共取3层，分别装入铝盒，之后采用烘干法测定其含水量，求三层的平均值即为0-60cm的平均含水量(重量含水量)，即为实测值 $W_{实}$ 。

(四) 完成取土后，去控制中心读取实时土壤墒情 ($W_{模}$)，灌溉预报与决策信息，并记录相关结果。

(五) 采用公式(1) 计算土壤墒情模拟值与实测值的相对误差。

$$\sigma = \frac{W_{模}/r - W_{实}}{W_{实}} \times 100\% \quad \text{公式(1)}$$

式中： σ —相对误差 (%)

$W_{模}$ —控制中心读取的实时土壤含水量(一般为体积含水量)(%)

r —土壤容重 (g/cm^3)

$W_{实}$ —0-60cm的平均含水量(重量含水量)(%)

(六) 以实测土壤水分为依据，参照表(1)(2) 对该田块进行灌溉预报和决策，具体过程如下：

1. 当适宜土壤水分下限 $< W_{实} <$ 适宜土壤水分上限时(适宜土壤水分上限、下限见表1)，表明土壤水分适宜，不需灌溉，下次灌溉时间 T 计算方法见公式(3)

$$T = 1000Hr(W_{实} - W_{下限})/e \quad \text{公式(3)}$$

T —灌水间隔，d

H —计划湿润层深度，m

r —土壤容重， g/cm^3

$W_{实}$ —0-60cm的平均含水量(重量含水量)(%)

$W_{下限}$ —适宜土壤水分下限(重量含水量)(%)

e —平均耗水强度(mm/d)

2. 当 $W_{实} <$ 适宜土壤水分下限时，表明田间受旱，需及时灌溉，灌量 m 计算见公式(4)

$$m = 10000 H \cdot r (W_{上限} - W_{实}) \quad \text{公式(4)}$$

m —灌水定额， m^3/hm^2

H —计划湿润层深度，m

r —土壤容重， g/cm^3

$$W_{\text{上限}} - \text{适宜土壤水分上限（重量含水量）（\%）}$$

$$W_{\text{实}} - 0-60\text{cm 的平均含水量（重量含水量）（\%）}$$

表 1 不同作物土壤水分上下限控制指标（以田间持水量的%计）及日耗水量

生育期			苗期	蕾期	开花结铃期	成熟期	
棉花	适宜土壤水分（占	上限	85%	60%	70%	55%	
	田间持水量）	下限	55%	90%	100%	85%	
	平均耗水强度（mm/d）		2.1	5.2	7.3	1.3	
生育期			播种-苗期	出苗-拔节	拔节-抽穗	抽穗-灌浆	灌浆-成熟
玉米	适宜土壤水分（占	上限	95%	85%	100%	95%	90%
	田间持水量）	下限	75%	60%	70%	65%	55-60%
	平均耗水强度（mm）		2.3	2.3	4.48	4.52	3.34

（引自：汪志农. 节水灌溉管理决策专家系统，2001；郑旭荣. 棉花膜下滴灌田间耗水规律的试验研究，2000；刘战东. 膜下滴灌不同灌水处理对玉米形态、耗水量及产量的影响，2011）

表 2 棉花、玉米各生育期较为典型的计划湿润层深度

棉花	生育期	苗期	蕾期	开花结铃期	成熟期	--
	计划湿润层深度	0.3-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.6-0.8	--
玉米	生育期	苗期	拔节期	孕穗期	抽穗期	灌浆期
	计划湿润层深度	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.8	0.8

（引自：郑重. 绿洲节水灌溉技术, 2009）

五、作业

1.根据参观情况将田块基本信息填入调查表。

表 3 灌溉自动控制系统及田块基本情况调查表

地块名称	灌溉面积(亩)	作物	品种	生育期	容重	田间持水量	系统组成		
							墒情监测内容及采用技术	灌溉决策内容	自控系统关键技术

- 2.安装水分传感器的注意事项有哪些？
- 2.该系统墒情监测结果如何？
- 3.按照实测结果进行测算该田块是否需要灌溉，若不需灌溉几天后需要灌溉？若需要灌溉，灌量为多少？以上结果与系统输出结果是否一致？

试验六 农田杂草化学防除效果调查（耕作）

一、目的：

了解主要栽培作物农田杂草的发生与分布，识别主要农田杂草和不同除草剂对不同类

型杂草的选择性作用，掌握除草剂田间药效试验的方法和化学除草剂的选择及使用方法。

二、内容说明：

（一）新疆农田杂草种类及发生规律

1. 新疆农田主要杂草种类

经普查，新获垦区农田杂草共有 49 科 146 属 211 种，其中旱田杂草有 38 科 131 属 182 种（包括水旱田兼有杂草 7 科 11 属 2 种），以禾本科、菊科、藜科最多。水田杂草有 21 科 29 属 43 种（包括水旱田兼有种类），其中莎草科、眼子菜科种类最多。一年生杂草中禾本科、葵科、茄科、苋科占优势；越年生杂草十字花科占优势；多年生杂草旋花科、菊科占优势。

新疆垦区农田杂草分布广泛，为害严重的有 45 种。侵入农田的主要杂草有葵科的藜、小藜、灰绿藜、杂配藜、地肤、碱蓬、猪毛菜、滨藜；禾本科的芦苇、野燕麦、稗、长芒野稗、无芒稗、毒麦、狗尾草；蓼科的扁蓄，苋科的反枝苋、凹头苋、腋花苋；石竹科的薄蒴草；十字花科的播娘蒿、乌头齐、独行菜；豆科的苦豆子、天兰苜蓿；锦葵科的野西瓜苗、苘麻，旋花科的菟丝子、田旋花；茄科的龙葵，列当科的分枝列当、向日葵列当；菊科的苦苣菜、苍耳、刺儿菜、狼把草、花花柴，香蒲科的宽叶香蒲，茨藻科的小茨藻，泽泻科的草泽泻，莎草科的牛毛毡、扁秆熏草；星接藻科的水绵等。一年生杂草和多年生杂草混合发生比较普遍，构成混生群体，其生活型基本相同。但因地域环境、土壤类型、作物种类、耕作方法、轮作制度不同，也有较明显的差别。

2. 农田杂草的发生规律

（1）麦类作物田：麦田杂草有 26 科 87 种。因高山阻隔，各垦区气温差异较大，麦类作物田杂草的发生规律受气温的影响差别较大。一般冬前出苗的杂草，除多年生的芦苇，田旋花根茎存活外，一年生杂草因冬季严寒被冻死，来年春冰雪融化后随着气温的回升，杂草开始萌发出苗。在南疆塔里木盆地 3 月上旬出苗的杂草只有冰草一种，且多集中在田埂上；3 月中旬出土的有芦苇、宽叶独行菜；3 月下旬平均气温 8.3℃ 时出土的杂草种类较多，有多种藜科杂草，如藜、灰绿藜、中亚滨藜、猪毛菜等，还有豆科的天兰苜蓿、甘草、苦豆子、苦马豆，蓼科的扁蓄、菊科的花花柴、旋花科的田旋花，出苗总数达 34%；4 月上旬平均气温达 15.5℃ 时，杂草出苗总数达 29.2%；5 月上旬平均气温达 19-21℃ 时，总计出苗率达 86.2%，绝大部分杂草均已出苗。但由于杂草种类不同，出苗期也不同，藜科杂草出苗最早，禾本科的野燕麦、狗尾草、稗草出苗较晚，一般在 5 月上旬开始出苗。

（2）中耕作物田：中耕作物有玉米、棉花、甜菜、向日葵等，杂草有 20 科 56 种。在作物播种前，随着播前整地可以消灭早春出苗的部分杂草，但多数杂草于作物播种后同作物一起萌发出苗。由于杂草种子在土层中垂直分布的深浅不同，浅土层中的杂草种子往往比作物出苗早。5 月上旬平均气温达 20.4℃ 时，杂草出苗率占全生育期出苗总数的 5.8%，出现第一个高峰期，出苗的主要杂草有藜、小藜、灰绿藜、中亚滨藜、碱蓬、猪毛菜、田

旋花、扁蓄、苍耳、花花柴、野西瓜苗、苘麻、反枝苋、马齿苋、腋花苋、白苋、稗、狗尾草、芦苇等。在中耕作物田杂苗出苗的第二个高峰期在灌第二水前后，这时机力不能进地中耕除草，往往形成草害，特别是稗草、狗尾草出苗数占禾本科杂草出苗总数的 32.5 %。其次是藜科杂草，占藜科杂草出苗总数的 17 %。

（二）化学除草剂的分类

除草剂品种繁多，将除草剂进行合理分类，能帮助我们掌握除草剂的特性，从而能合理、有效地使用。生产实际中化学除草剂的分类最常见的有：

1. 根据施用时间

（1）苗前处理除草剂：这类除草剂在杂草出苗前施用，对未出苗的杂草有效，对出苗杂草活性低或无效。如大多数酰胺类、取代脲（尿）类除草剂等。

（2）苗后处理剂：这类除草剂在杂草出苗后施用，对出苗的杂草有效，但不能防除未出苗的杂草，如喹禾灵、2 甲 4 氯和草甘膦等。

（3）苗前兼苗后处理剂(或苗后兼苗前处理剂)：这类除草剂既能作为苗前处理剂，也能作为苗后处理剂，如甲磺隆和异丙隆等。

2. 根据对杂草和作物的选择性

（1）选择性除草剂：这类除草剂在一定剂量范围内，能杀死杂草，而对作物无毒害，或毒害很低。如 2，4—D、2 甲 4 氯、百草敌、敌稗和稳杀得等。值得注意的是，这类除草剂的选择性是相对的，只在一定的剂量下，对作物特定的生长期安全。施用剂量过大或在作物敏感期施用会影响作物的生长和发育，甚至完全杀死作物。

（2）非选择性除草剂或灭生性除草剂：这类除草剂对作物和杂草都有毒害作用，如草甘膦、百草枯等。这类除草剂主要用在非耕地或作物出苗前杀灭杂草，或用带有防护罩的喷雾器在作物行间定向喷雾。

3. 根据对不同类型杂草的活性

（1）禾本科杂草除草剂：主要用来防除禾本科杂草的一类除草剂，如二氯喹啉酸对稻田稗草特效，对其他杂草无效或效果不好。

（2）莎草科杂草除草剂：主要用来防除莎草科杂草的一类除草剂，如莎扑隆，能在水、旱地防除多种莎草，但对其他杂草效果不好。

（3）阔叶杂草除草剂：主要用来防除阔叶杂草的一类除草剂，如 2，4—D、百草敌等。

（4）广谱除草剂：有效地防除单、双子叶杂草的一类除草剂，如烟嘧磺隆（玉农乐）能有效地防除玉米地的禾本科杂草和阔叶杂草。

三、材料和用具：

材料：选择春季返青后的冬小麦地、棉花播种前需土壤除草剂处理的地块或小麦收获后需免耕复播作物的地块。

用具：《杂草彩色图谱》、野外记录本、钢卷尺、标签、铅笔等。

四、方法与步骤：

- 1. 在农田内按之字形选取 5 点，每点面积 1m²，施药前调查主要杂草种类、株数及生长情况。
- 2. 施药后的第一次杂草调查根据除草剂的特性来确定。对作用速度较快的茎叶处理除草剂，施药后 3 天即可调查；作用较慢，在施药后 7~10 天才能调查。对土壤处理除草剂，一般在对照区大部分杂草出苗后进行第一次调查。在第一次调查后 2~3 周进行第二次调查。在作物封行前进行第三次调查。必要时，可在作物收获前，再调查一次。
- 3. 除草率计算方法如下：
防除效果=（施药前杂草株数-施药后杂草株数）/施药前杂草株数×100%

表 1 除草剂除草效果调查表

杂草名称	施药前	施药后第（）天		施药后第（）天		施药后第（）天		施药后第（）天		备注
	株/m ²	株/m ²	防效/%	株/m ²	防效/%	株/m ²	防效/%	株/m ²	防效/%	
1										
2										
3										
4										

试验七 小麦品质研究（育种）

一、目的：

练习鉴定小麦品种的籽粒透明度、出粉率、面筋含量及品质的方法。

二、材料和用具：

材料：若干个小麦品种的籽粒及面粉。

用具：刀片、磨粉机、标准筛、瓷缸或玻璃缸、纱布、烘箱、小玻璃板、缝衣针、20 毫升量杯、天平、温度计等。

三、说明：

作物育种工作的任务是培育高产、优质的新品种。因此，在选育新品种时，育种目标必须综合地考虑既要提高产量，也要改进品质，才能符合国民经济和人民生活水平不断提高的要求。

作物的产品品质不仅因品种不同而有很大差异，而且在不同的栽培条件下，即使同一品种，也会相差很大。所以在鉴定产品品质时，必须注意供试材料的栽培条件。

鉴定小麦品种的产品品质，主要是评定出粉率、蛋白质含量、淀粉含量及其蒸烤品质等。出粉率一般应用小型磨粉机磨制面粉，直接进行测定，蛋白含量及蒸烤品质除直接鉴定外，也可以根据籽粒透明程度，面筋含量及其品质等特性来进行间接测定。

四、步骤与方法：

1、小麦籽粒透明度常与面筋质量有关。一般籽粒透明度高的品种面筋质量好，蒸烤品质也好。透明度低或粉质的面筋质差，因而它的蒸烤品质较差。测定籽粒透明度的方法：从各供试小麦品种的种子中，各挑选发育正常的种子 50 粒，用刀片或种子横断器把种子全部横切成两段，然后根据种子断面的性质区分为角质，半角质和粉质三级，并计算各级的籽粒数。

凡是断面透明或在横切面上粉质小于等于 $1/4$ 的籽粒属于角质的籽粒；横切面呈粉状的籽粒或角质部分只占横切面 $1/4$ 的籽粒属于粉质的籽粒；介于角质与粉质之间的籽粒则属于半角质的籽粒。根据观察结果，按下列公式计算角质籽粒数(总的透明度)在所取样本中的百分数。

$$\text{透明度}(\%) = (\text{角质籽粒数} + 1/2 \text{ 半角质籽粒数}) / \text{样本籽粒总数}$$

2、出粉率的测定：

取供试各小麦品种的种子 0.5 公斤，用小型磨粉机磨成面粉，分别称其重量，并求其出粉率。然后加以比较，注意出粉率与籽粒透明度之间的关系。

3、小麦品种面筋含量、品质和蛋白质含量的测定：

小麦面筋含量及其品质与品种品质有密切的关系。如果面团中面筋含量、高品质好，就能够制成质量高的馒头、面包和面条等食品。因为面筋不仅具有一定的韧性，发酵时形成一种网状体，能够包容发酵时所发生的大量气体，蒸烤出大而疏松的馒头和面包，而且还具有一定的弹性和拉力，能作出面筋力大的面条，所以必须测定面筋在面团中的含量和它的韧性。

测定面筋含量时，先取供试各品种的面粉 25 克，分别放入瓷缸(或玻璃缸)中，慢慢地分次加清水 10~15 毫升(切忌一次放入)，并用手揉，直到成为韧性一致的面团为止，揉好以后，放置于瓷缸内静置约 30 分钟，使面粉中的蛋白质充分吸水，形成海绵状的面筋网状体。再注入 15~20℃ 的清水，用手轻轻揉捏，洗去淀粉和麸皮。洗涤要换水数次(每次换水时水都要用纱布过滤，以便收集揉洗时脱落的小块面筋，并把它和整块面筋合并一起，直到淀粉和麸皮洗去，面筋中挤出来的水不再呈现混浊状态，或用碘化钾溶液测定挤出来的水已无淀粉时，才把洗净了淀粉和麸皮的面筋捏成小团，挤去多余水分，放在玻璃板上(预先称过重量)置于温度为 140~150℃ 的烘箱内，使面筋的体积充分膨胀，约经 1 小时，面筋体积不再增大时，即降低温度至 100~105℃，并用小针在面筋球的顶部戳刺几个小孔，以便放走面筋球内残余的水汽，再经 5~6 小时，取出称其重量，按下列公式算出面筋含量百分率，并观察各品种面筋球体积的大小。凡是烘烤后面筋体积大的品种品质好，因为这样的面筋韧度大，弹性足，能够蒸烤出松软的馒头和面包。

$$\text{面筋含量}(\%) = \text{干面筋重量} / \text{供试面粉重量} \times 100。$$

蛋白质含量的测定是将干面筋重量乘上系数 400/76.5，即为 100 克风干籽粒中的蛋白质含量。

$$\text{蛋白质含量} = \text{干面筋重量} \times 400/76.5$$

根据面筋球的体积和蛋白质的含量进行分析比较，以评定各品种的品质，并观察它们

与籽粒透明度的关系。

五、作业：

每四人为一组，根据上述方法鉴定各小麦品种籽粒的透明度、面筋含量及其品质，并作比较。

第三部分 综合实践（综合技能）

第一章 教学实习

新疆农垦科学院主要作物品种选育参观教学（育种）

一、目的：

学习大豆、油葵以及加工番茄育种的流程。

二、材料与用具：

大豆、油葵和加工番茄育种材料以及育种田。

三、内容说明：

大豆、油葵以及加工番茄是新疆主要大田作物。因我院未开展大豆、油葵以及加工番茄三种作物的育种研究。本实验通过参观新疆农垦科学院大豆、油葵以及加工番茄三种作物育种田，听相关研究人员介绍。

四、方法与步骤

1. 听取大豆育种专家关于育种流程的介绍，并进行实际参观。
2. 听取油葵育种专家关于育种流程的介绍，并进行实际参观。
3. 听取加工番茄育种专家关于育种流程的介绍，并进行实际参观。

五、作业：

结合参观和介绍，以小组为单位，总结比较大豆、油葵以及加工番茄三种作物育种特点以及育种程序的异同

小麦杂交育种程序参观教学（育种）

一、目的：

熟悉小麦品种间杂交育种的工作环节，了解各试验圃的田间设计和工作内容。

二、材料及用具：

小麦育种试验田。

三、内容说明：

在小麦杂交育种工作中，从制定育种目标到选育出新品种的基本育种程序是：搜集、研究原始材料，选配亲本和杂交，杂种后代选择，优良品系鉴定，品系决选，以及新品系参加区域试验和生产试验等试验阶段所组成。

根据上述工作阶段，育种试验田一般设有原始材料圃、亲本圃、选种圃、鉴定圃、品种比较试验、品种区域试验和品种生产试验等，各程序的试验目的、工作内容分析如下：

(一)原始材料圃和亲本圃:

原始材料圃通常种植国内外搜集来的原始材料,按类型归类种植,每份种几十株。要严防机械混杂和天然混杂,保持其纯度和典型性,在原始材料圃对每个材料要进行比较系统的记载,并根据育种目标选出若干材料作重点研究,以备选作杂交亲本。

从原始材料圃中每年选出若干材料作杂交亲本,种于亲本圃,根据需要可分期播种以调节花期,加大行距以便杂交操作。

(二选种圃:

种植杂种后代的地段称选种圃。选种圃中根据对杂种后代的处理方法不同种植方式也有所不同。若按系谱法处理,F₁、F₂按组合混种,点播稀植,从F₃开始,将上代当选单株的种子种成株行(即系统),一般种植4~5代即可。稳定一致优良系统按系混合收获,混合脱粒。

若采用混合法,则从F₁开始都按组合混收混播,直到稳定后选单株为止,下一代则种植株行。

选种圃的目的,使杂交后代的遗传性迅速稳定,以便从中选择最优品系升级。

(三)鉴定圃:

播种选种圃升级的材料,其任务是对这些材料进行产量比较,鉴定其一致性及进一步对各性状进行观察比较。鉴定圃小区面积较小,一般为几平方米,重复次数较少,为2~3次,采用间比法排列。每隔4区或9区设对照,试验条件应接近大田生产条件。

(四)品种比较试验:

种植鉴定圃升级的材料。在较大面积上进行更精确、更有代表性的产量试验,并对品种的生育期、抗性、丰产性等作更详细和全面的研究。在品种比较试验中材料数目少,要求高,因此,小区面积要大些,10~15平方米,重复3~5次,宜采用随机区组法,对照按试验品种对待参加试验。试验地的耕作、播种、管理等作业力求接近大田生产条件,提高试验的代表性。

品种比较试验以后,对优良的品系,在投入大面积生产之前,必须进行品种区域试验,生产试验及栽培试验,以确定该品种适宜的推广区域及其栽培技术,同时大量繁殖种子。

经过上述试验,选育出比现有推广品种表现优良的新品种,通过品种审定后,即可在生产上推广。

四、方法:

在教师的讲解及指导下,进行实地参观。

五、作业:

- 1、根据讲解及实地参观所得材料,填入表内。
- 2、试比较各圃的异同点及其相互关系。

主要作物虫害的预测预报（王佩玲）

一、目的

农业昆虫学生产实习主要通过生产实践，进一步理解和学会应用农业昆虫学理论知识，解决农业生产上害虫防治与益虫利用的问题。通过田间调查，学习明确昆虫的种类、分布、发生期、发生量及危害程度等，以便掌握虫情，找出规律，为准确测报、防治与利用天敌提供依据，培养学生独立思考、分析解决问题的能力。

二、主要内容

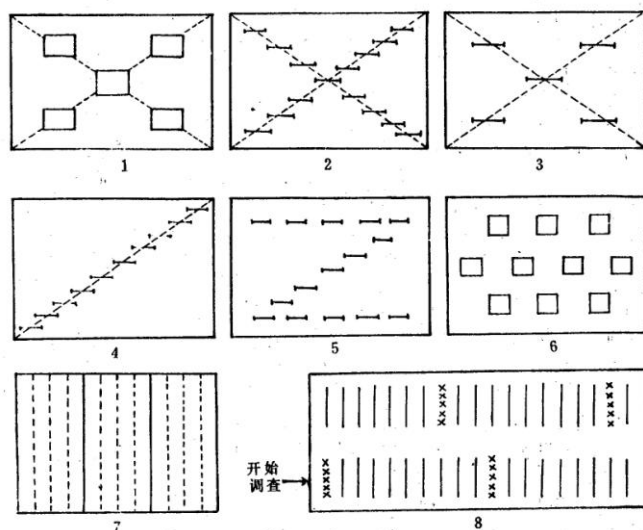
- （一）参加所在单位的种子处理工作；
- （二）调查所在单位主要害虫越冬种群发育历程，为测报提供理论依据；
- （三）调查所在单位主要作物的主要害虫种类、种群数量动态，认真参加各项防治工作；
- （四）调查 1-2 中主要害虫的消长规律，为防治提供依据；
- （五）调查所在单位主要作物上的主要害虫、益虫种类（普查）。

三、田间调查方法

（一） 取样方法

取样是调查最基本的问题，是调查结果是否反映客观实际情况的关键问题，因此样点必须有代表性，取样数目 要以最少的人力取得最大的代表性。样点的大小和规格要随不同作物、害虫、益虫种类和调查目的的不同而不同。

常用的调查方法是随机取样，但不是随便取样，而是根据田块大小，按照一定的取样方式，间隔一定距离，选取一定数量的样点。样点内全面计数，不得随意变换，以免造成人为误差。取样方法有下列几种：



昆虫田间调查取样方法图

1-4. 对角线式（□表示面积，-表示长度） 5. “Z”形式 6. 棋盘式 7. 隔行式 8. 平行线式

1. 五点取样：此法较简单，取样数量较少。样点可稍大，造于较小或近方形的田块。
2. 对角线取样：分单对角线和双对角线两种。与五点取样法一样，取样数较少，每一样点可稍大。

3. 棋盘式取样：将田块划成等距离、等面积的方格。每隔一个方格的中央取一个样点，相邻行的样点交错分开。取样数量较多，比较准确，但较费工。

4. 单行线取样：适于成行的作物田，样点较多，分布也较均匀。

5. “Z”字形取样 样点分布沿田边较多，田中较少。主要针对一些在田间分布不均匀的昆虫，如红蜘蛛等。

（二）样本数量

1. 样点数：一般取 5、10、15 或 20 个样点为宜。

2. 每样点数量

（1）以植株为单位，一般每样点 50-200 株（作物大时也可取 20-100 株）

（2）以面积为单位，一般取 0.5-1 m²；

（3）以长度为单位，一般取 0.5-1 米。

（三）样点单位

1. 长度：常适于调查条播密植作物和树木枝条上的昆虫或受害程度，如统计 1 米行长的虫口数和作物受害株；

2. 面积：常适于调查密植作物和地下害虫的数量或受害程度，如调查 1 平方米单位中的害虫数量或损失程度。地下害虫还应分层次和深度，如 5cm、10cm、15cm、25cm 等。

3. 体积或重量：常适于调查仓库害虫数量或受害程度。

4. 植株及其部分器官：适于调查稀植植物上的昆虫或受害程度，特别是那些虫体小、不甚活泼、数量多、群聚在一起的昆虫，如蚜虫、介壳虫、叶螨等。一般大田稀植作物多以株为单位，如棉铃虫以棉花百株卵量或百株幼虫量表示等。有时也以叶片、花、蕾、铃、茎、果实、穗等单位。

5. 器械：根据昆虫的习性，设置一定规格的频振式杀虫灯、性诱笼、粘虫板等器械诱集或捕捉昆虫，应以在一定时间内标准器械所获虫量为单位。网捕则用来回 180 度为 1 复次，一平均 1-10 复次的虫数来表示。

6. 时间：常适于调查较活泼而移动性大的昆虫，以单位时间内采集或见到的虫量为表示单位。如在春夏季每天傍晚开始观察测定 1 小时内到大葱花上访花的小地老虎成虫数量，就是按时间为单位。

（四）调查结果表示

1. 地上部分虫口：抽样调查单位面积、单位株数或单位器官上害虫的卵（卵块）数或虫数（幼虫、若虫、成虫）

（1）有虫（卵）株率% = 有虫（卵）株数（杆、叶、花、果）/ 调查总株数（杆、叶、花、果）* 100

（2）平均每株虫（卵）数 = 调查总（卵）虫数 / 调查总株数

（3）百株虫口（卵量）= 平均每株虫数（卵量）* 100

（4）每平方米虫口数 = 调查总虫数 / 调查总面积

2. 地下部分虫口：用筛土或淘土的办法，统计单位面积、一定深度内害虫的数目，必要时进行分层调查。

3. 飞翔昆虫或活动性大的昆虫，如叶蝉、飞虱等

(1) 用诱捕器诱集，以单个容器逐日诱集数量表示；

(2) 网捕：标准捕虫网以平均 1-10 复次的虫数表示。

4. 以作物受害情况表示

(1) 被害率=被害株数（杆、叶、花、果）/调查总株数（杆、叶、花、果）*100

(2) 死苗率=死苗数/调查总苗数*100

(3) 被害指数：表示被害株（杆、叶、花、果）的受害轻重不同的程度（调查前应按受害轻重分成不同等级），然后分级计数。对虫体小，不活动的害虫也可按虫量多少分级

被害指数= Σ （各级值*相应级株数）/调查总株数*最高级的值

5. 产量损失估计

(1) 损失系数 Q: $Q(\%) = [A - E] / A * 100$ ，式中 A 为健株单位株平均产量，E 为被害株单位株平均产量。

(2) 损失率 C: $C = [Q * P] / 100$ ，式中 Q 为损失系数，P 为被害率。

(3) 单位面积作物实际损失产量（L）： $L = a * M * C$ ，式中 a 为健株单株平均产量，M 为单位面积总株数，C 为损失率。

五、农业昆虫学实习内容

（一）种子处理

1. 拌种药剂种类的选择①用敌克松预防苗期病害，慎用多菌灵。卫福成本较高，不提倡使用。一般地膜栽培降雨少或条播，可用敌克松、多菌灵；在点播、雨水多的情况下，用敌克松或卫福，如无敌克松或卫福，多菌灵应减少用量，甚至可以不用。②预防苗期虫害可拌 3911。③预防高脚苗，宜用缩节胺。

2. 剂量①敌克松用量为种子用量的 0.3%，多菌灵为 2.5%，卫福为 0.2%②3911 的用量不可随意加大，否则易产生药害，一般为种子用量的 0.5%为宜。③缩节胺的用量应考虑品种。苗期生长稳健的品种，缩节胺用量应少；而苗期长势旺、易形成高脚苗的品种，缩节胺用量可适当加大；苗期生长稳健且对缩节胺敏感的品种可不拌。缩节胺一般用量不超过种子用量的 0.04%。

3. 拌种方法拌种时，一般先拌杀菌剂、缩节胺，再拌杀虫剂。分几次拌种操作比较麻烦，按如下办法操作，可取得较好效果。按上述用量，按比例 100 千克种子需 500 克 3911，300 克敌克松，20 克~40 克缩节胺的用量称好。缩节胺先用少量水化开，喷雾器先加入 5 千克水，再加入 3911 及溶解好的缩节胺混溶，边喷雾、边翻堆。第一次喷一半的药液，稍晾后，喷洒剩余药液。喷洒均匀后，将敌克松粉剂在种子潮湿时拌匀，闷种 24 小时后，摊开晾干。

禁止在烈日下曝晒，否则敌克松见光分解，影响药效。晾干后，装袋以备播种。 3911 是剧毒农药，应注意人畜安全。

(二) 农业害螨的调查

1. 棉叶螨越冬调查

在棉田内及棉田附近，选择3~5种主要寄主杂草（常见的有苜蓿、小薊、苦苣菜、田旋花等）。共调查两次，间隔10d左右。在田内寄主杂草上调查，采用随机取样法，每种杂草共调查50~100株。记载有螨株率、百株成螨数。以两次调查的平均值作为当年春季棉花叶螨的虫源基数。调查数据填入表1。

表1 棉叶螨越冬调查表 单位： 年度：

日期		地点	寄主名称	调查株数	有螨株数	成螨数	百株成螨数	备注
月	日							

2、棉田虫情、天敌和棉花被害情况调查

(1) 系统调查

按当地棉花叶螨的发生特点，选择3~5种类型田。每种类型至少选一块667m²棉田进行调查。从棉花齐苗开始，每5d调查一次，至吐絮盛期止。

采用“Z”字形取样，按田块大小合理安排样点，每块田取50株棉花。苗期查全株。现蕾后，每株调查主茎上（最上主茎展开叶）、中、下（最下果枝位叶）各一片叶，记载成螨数、螨害级别。分别于苗期（出苗至七片真叶）、蕾花期（八片真叶至开花盛期）、花铃期（开花盛期至吐絮盛期）三个阶段各定一次调查田。调查记载表见表2

(2) 螨害分级标准和计算平均螨害级数的方法, 螨害分级标准（参照朱砂叶螨）：

- a. 0级：无为害；
- b. 1级：叶面有黄色斑块；
- c. 2级：红色斑点占叶面1/3以下；
- d. 3级：红色斑点占叶面1/3以上。

平均螨害级数 = Σ （某级螨害级数 × 该级级值）/ 调查叶片总数

表2 棉叶螨系统调查表 单位： 棉田类型： 年度：

日期		有螨株数	有螨株率	螨数	百株螨数	平均螨害级别	备注
月	日						

3. 玉米叶螨等农螨调查参考棉花叶螨。

(三) 蚜虫调查

1. 棉田蚜虫

(1) 棉蚜越冬调查

棉花播种和有翅蚜大量出现以前，共调查两次。以木本寄主为主的地区，选择黄金树、梓树、石榴等越冬寄主进行调查；调查木本寄主，每种寄主固定两株，每株在东、西、南、

北、中五个部位，各选15cm（五寸）枝条一个，记载有蚜枝数，计算有蚜枝率，并记载有翅成蚜、若蚜和无翅蚜，算出平均单枝蚜量。记载表格见表3。

表 3 早春木本寄主蚜虫调查表

日期		寄主	枝数	东部枝			西部枝			南部枝			北部枝			中部枝			合计			平均单枝蚜量
月	日			有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	

(2) 棉蚜种群消长动态调查

自棉苗出土后开始，早播和一般播期的棉田各一块，每5天（或7天）调查一次蚜虫种类及数量，采用5点对角线法，每点20株，共计100株，伏蚜后改为每点10株，共50株。统计和记载有蚜株率、百株蚜量、卷叶株率，卷叶的标准为叶片向内卷1/2为卷叶。调查持续至实习结束。记载表见表4。

表4 棉蚜系统调查表

调查日期		真叶片数	调查株数	有蚜株数	有蚜株率%	卷叶株数	卷叶株率%	有翅成蚜	有翅若蚜	无翅蚜	折百株蚜量	备注
月	日		株					头				

(3) 棉田棉蚜天敌调查

于棉田棉蚜系统调查的同时，调查全株天敌发生的种类及数量（包括株间和地面的），样点数与调查株数同棉蚜，记载表见表5。

表 5 棉蚜天敌调查表

调查日期	调查总株数	百株蚜量	天敌种类与数量													折天敌单位个	益害比
			七星瓢虫	多异瓢虫	方斑瓢虫	姬猎蝽	小花蝽	食蚜蝇幼虫	草蛉幼虫	横纹蓟马	僵蚜	寄生蜂					

天敌单位与蚜虫数量比例的分析，首先把各种天敌换算成天敌单位，即以七星瓢虫成、幼虫一天吃掉120头蚜虫为标准，算1个天敌单位。根据各种天敌食蚜量的多少规定为：

- ①七星瓢虫、方斑瓢虫等食蚜量大的瓢成虫，以一个虫体作为一个天敌单位；
- ②其它瓢虫成虫、所有瓢虫幼虫和草蛉成虫都以2个虫体作为一个天敌单位；
- ③ 草蛉幼虫、食蚜瘿蚊幼虫和食蚜蝇幼虫，以4个虫体作为一个天敌单位；
- ④ 小花蝽、姬蝽、横纹蓟马及蜘蛛类等以5个虫体作为一个天敌单位；

⑤ 寄生蜂以寄生120头蚜虫作为一个天敌单位。

一般当有蚜株率超过25%，百株蚜量250头以上，气象预报短期内无中到大雨，应立即发同防治预报。三天后调查，如蚜量明显上升，百株蚜量超过500头，天敌单位与蚜虫数的比例小于1比150，应立即发出防治警报。

2. 麦田蚜虫发生程度调查

(1) 在小麦抽穗期调查麦穗的小穗。选2块麦田，每块查5点，每点查20株，共查200株，记载有蚜麦株（穗）数和麦蚜数（表6）。

表6 穗期麦蚜调查表

调查日期	品种	取样点数	总株(穗)数	有蚜株(穗)率(%)	有蚜株穗率%	长管蚜		二叉蚜		禾谷缢管蚜		合计		百株穗蚜数	备注
						有翅	无翅	有翅	无翅	有翅	无翅	有翅	无翅		

天敌数量调查与蚜虫调查同时进行。将天敌调查的结果参照棉田蚜虫。

(四) 棉铃虫

1. 成虫诱集量调查:灯光诱蛾为主，新疆北疆棉区从4月中旬开始，每日统计一次成虫发生数量，将雌蛾、雄蛾分开记载，结果记入表7，10月底结束。

表7 棉铃虫灯光诱测记载表

日期	雌蛾	雄蛾	合计	日期	雌蛾	雄蛾	合计	日期	雌蛾	雄蛾	合计	日期	雌蛾	雄蛾	合计
月	头			月	头			月	头			月	头		
代合计				代合计				代合计				代合计			

2. 棉田系统调查:选择有代表性的一类棉田一块，5点取样。二代每点顺行连续调查20株，共查100株；三、四代每点顺行连续调查10株，共查50株。

(1) 查卵方法:二代查棉株顶端及其以下三个枝条上的卵量，三、四代查群尖和嫩叶上的卵量。每次上午调查，每3天调查一次，查后将卵抹掉。调查结果记入表8。

表8 棉铃虫卵数量消长调查表 世代： 棉田类型： 地点：

日期		调查株数	有卵株数	卵量	百株卵量	百株累计卵量
月	日			粒		

(2) 查幼虫方法:北方棉区查二、三、四代，各代分别选择一块不打药的棉田，面积不少于334m²，采用五点取样，定点调查。二代每点查10株，三、四代每点查5株，每5天调

查一次，同时调查捕食性天敌数量。调查结果记入表 9。

表9 棉铃虫幼虫和捕食性天地数量消长调查表 世代： 棉田类型： 地点：

日期		有虫株数	各龄幼虫									捕食性天敌						
月	日		一龄	二龄	三龄	四龄	五龄	六龄	小计	百株三龄幼虫	百株累计三龄幼虫	瓢虫类	草蛉类	食虫蟾类	蜘蛛类		合计	
			头															

（五）玉米螟为害程度调查

玉米螟幼虫危害程度及虫口密度调查：在幼虫为害的时期，选择有代表性的类型田1-2块，每块五点取样，每点调查单行2m长。调查总茎数、被害茎、有虫茎、剥查虫数。将调查结果记入表10。

表 10 玉米螟为害田和幼虫数量调查表

调查日期	地点	田块类型	取样行长(m)	行距(m)	总茎数	有虫茎数	有虫茎率%	百株茎活虫数	被害情况			被害率(%)	备注
									枯心数	蛀茎数	倒折数		

（六）调查田块害虫种类调查

在小麦、玉米、棉花田，观察、采集各种害虫（天敌），注意害虫的虫态、虫龄、为害部位和为害状。采集害虫的方法因害虫种类而存在差异，采集时可依据其栖息、为害部位等采取手捕、网捕、拨查茎秆等方法。对采集到的害虫（天敌）标本，根据有关资料，查出种类，并将主要识别特征和为害症状填入表11。

表 11 害虫种类调查表 地点： 时间：

作物	生育期	虫名	虫态	主要识别特征	为害症状	备注

主要作物病害的预测预报（王晓东）

一、目的

通过植物病理学的实习，让学生掌握植物病理学研究过程中的一些基本方法和技巧，同时使学生更好的理论联系实际，准确认识病害，诊断病害，分析病害发生流行因素，学会棉花、玉米、小麦、番茄、向日葵等作物病害诊断的基本技术，为今后解决生产实践中

问题，指导病害的防治与研究打下坚实的基础。

二、内容说明

(一) 农作物病害的调查

农作物病害的分布和为害、发生时期和症状的变化、栽培和环境条件对作物病害发生的影响、品种在生产中的表现、防病效果等，都要通过调查才能掌握。要搞好病害的预测预报和防治工作，首先必须掌握病害在田间的发生动态，这就需要我们经常到田间进行调查研究，对调查所得的数据要进行必要的整理和生物统计，分析统计结果不仅可以掌握病害的发生动态，获得准确的数据资料，而且是我们发现问题，分析、判断和解决问题的基础。因此，农作物病害的调查统计是开展预测预报和防治工作的基础。

无论是哪一种调查，当调查目的确定后，所采取的调查方式和取样方法要符合调查的要求。因此调查前要作充分的准备，调查后对掌握的材料要分析研究。许多问题不是通过一次调查就能作出结论的。在调查工作中经常易发生以下这些情况：（1）没有代表性，有些调查工作是地点没有选好，调查结果不能反映当地的真实情况；（2）资料不完全，没充分做好调查计划；（3）农作物病害病情记载方法不一致，获取的数据无法进行分析和比较；（4）损失估计错误，没有根据的估计或主观片面将损失估计过高。

1. 调查的类别

病害调查有一般调查、重点调查和调查研究，它们之间的界限不是绝对的，区分的意义在于明确调查目的和采取的方法。实习过程中主要侧重与一般调查和重点调查。

(1) 一般调查

也叫普查。普查只了解病害的基本情况，如病害种类、发生时间、为害程度、防治情况等。普查的面要广，并且要有代表性。调查的病害种类很多，对发病率的计算并不要求十分精确，调查次数可以少一些，最好是在发病盛期进行，有1次或2次就够了。主要目的是了解这些病害是否在实习单位发生或病害发病的程度。记载格式参考“小麦病害调查记载”方式。

表1 小麦病害调查记载											
调查地点_____			调查日期_____			调查人_____					
病害 名称	发病率										
	第一 田块	第二 田块	第三 田块	第四 田块	第五 田块	第六 田块	第七 田块	第八 田块	第九 田块	第十 田块	平均
条锈病											
叶锈病											
白粉病											
散黑穗病											
赤霉病											
全蚀病											
...											

(2) 重点调查

经过一般调查发现的重要病害，可作为重点调查的对象，深入了解它的分布、发病率、损失、环境影响和防治效果等。重点调查的次数要多一些，发病率的计算也要求比较准确。比较深入的重点调查，可以参考“作物病害调查记载”方式。

表2 作物病害调查记载

调查地点	调查日期	调查人
作物名称	作物品种	种子来源
病名	发病率	田间分布情况
土壤性质	肥沃度	土壤湿度
灌溉和排水情况	施肥情况	栽培模式
当地温度和降雨（注意发病前和病害盛发时情形）		其他重要病虫害
防治方法和防治效果		
群众经验		

（3）调查研究

调查研究一般不是对一种病害作全面的调查，而是针对其中某一个问题。调查的面不一定要广，但是要深入。除田间观察外，更要注意访问和座谈。调查研究不需要很多的设备，农田就是实验地，所以实验规模之大和各种对比处理之多，远远超过一般实验研究。许多植物病害问题，是通过调查研究或者是在调查研究的基础上解决的。调查研究和实验研究是互相配合的。调查研究中发现的问题，有些可以通过实验研究得到解决。同时试验研究又为调查研究提出了新的任务，具体地说，也就是提出了需要进一步调查的项目。通过不断地调查研究和实验研究，才能逐步提高对一种病害的认识。

2. 调查内容

（1）作物病害发生和为害情况调查

普查一个地区在一定时间内的病害的种类、发生时间及为害程度等。对于当地常发性和暴发性的重点病害，则应详细记载病害的始盛期、高峰期、盛末期和数量消长情况或由发病中心向全田扩展的增长趋势及严重程度等，为确定防治适期和防治对象提供依据。

（2）作物病害发生规律的调查

专题调查某种病害的寄主范围、气候条件、病原传播方式、栽培管理模式及不同农业生态条件下病害发病情况变化，为制定防治措施提供依据。

（3）越冬情况调查

专题调查病害病原的越冬场所、病原越冬方式等，为制定防治措施和开展预测预报提供依据。

（4）防治效果调查

包括防治前与防治后、防治区与不防治区的发生程度对比调查，病害发生程度对比调查，以及不同防治时间、采取措施等，为选择有效防治措施提供依据。

3. 农作物病害调查的取样方法

取样必须有代表性，这是正确反映田间病害发生情况的重要环节。取样的地段称样点，样点的选择和取样数目的多少，是由病害种类、田间分布类型等决定的。最常用的病害调查取样方法有：五点取样、对角线取样、棋盘取样、平行线取样、“Z”字形取样等。

(1) 五点取样法。从田块四角的两条对角线的交驻点，即田块正中央，以及交驻点到四个角的中间点等 5 点取样。或者，在离田块四边 4~10 步远的各处，随机选择 5 个点取样，是应用最普遍的方法。

(2) 角线取样法。调查取样点全部落在田块的对角线上，可分为单对角线取样法和双对角线取样法两种。单对角线取样方法是在田块的某条对角线上，按一定的距离选定所需的全部样点。双对角线取样法是在田块四角的两条对角线上均匀分配调查样点取样。两种方法可在一定程度上代替棋盘式取样法，但误差较大些。

(3) 棋盘式取样法 将所调查的田块均匀地划成许多小区，形如棋盘方格，然后将调查取样点均匀分配在田块的一定区块上。这种取样方法，多用于分布均匀的病害调查，能获得较为可靠的调查。

(4) 平行线取样法。在果园中每隔数行取一行进行调查。本法适用于分布不均匀的病害调查，调查结果的准确性较高。

(5) “Z”字形取样法（蛇形取样）。取样的样点分布于田边多，中间少，对于病害在田边呈点片不均匀分布时用此法为宜。

不同的取样方法，适用于不同的病害分布类型。一般来说，单对角线式、五点式适用于田间分布均匀的病害，如气传病害、生理性病害等，而双对角线式、棋盘式、平行线式适用于田间分布不均匀的病害，如土传病害等，“Z”字形取样则适用于田边分布比较多的病害。

3. 取样

(1) 样本数目

样本的数目要看病害的性质和环境条件。空气传播而分布均匀的病害如麦类锈病等，样本数目可以少一些。土壤传染而分布不均匀的病害样本数目就要多些，如地形、土壤和耕作条件的差别较大，取样更要多一些，反之，样本数目可以少些。一般的方法是一块田随机调查4~5个点，在一个地区调查10块田。取样不一定要太多，重要的是有代表性。

(2) 取样地点

避免在田边取样，田边植株往往不能代表一般发病情况，应离开田边5~10步（田小的可以近些，缩短到2~3步），在4~5处随机取样，或者从田块四角两根交叉线的交叉点和交叉点至每一角的中间4个点，共5个点取样。植株较大的条播作物如棉花等，可以在田间随机选若干行进行调查。在一个区内调查，要随机选田，避免专门选择重病田，可规定每隔一定距离调查1次。

(3) 样本类别

样本可以整株（苗枯病、枯萎病、病毒病等）、穗秆（黑粉病）、叶片（叶斑病）、果实（果腐病）等作为计算单位。枝干病害要看发病情况，主干发病而影响全株生机的，应以植株计算；发病而不影响全株生机的，可以计算有多少枝干发病，或者以整株作单位，但分级后计数。

取样单位问题，应该做到简单而能正确地反映发病情况。同一种病害，由于为害时期和部位不同，必须采取不同的取样方法。棉花角斑病可为害叶片和棉铃，就要分别以叶片和棉铃取样。

叶片病害的取样比较复杂，大致有以下三种方法：①田里随机采取叶片若干，分别记载，求得平均发病率；②从植株的一定部位采取叶片，以此叶片代表植株的平均发病率；③记载植株上每张叶片（必要时也可采下）的发病率，求得平均数。第一种方法比较省时省事，用得最多；第二、三两种方法只适合于植株叶片较少的作物。事实上，后两种方法是有关联的，如先用第三种方法，找出哪一张叶片能代表植株的一般发病率，就可以改用比较省时的第二种方法。

（4）样本要小而可靠

麦类黑粉病的调查，可以在田间每一点观察200~300穗或秆，或者观察一定的面积（0~45M²）或行长（1.67m左右），求得发病率。植株较大的作物，行长和面积要大一些。果实病害要观察100~200个，全株性病害观察100~200株，叶片病害则由分布情形决定，分布很不均匀的疾病，每一样本要有20张叶片左右，发病比较均匀的如锈病，可观察7~8张叶片。麦类锈病发生的早期，田间不易发现，但早期发生的微量锈病，对以后锈病发展的影响很大，每次应观察数至数千张叶片。

（5）取样时间

调查取样的适当时期，主要根据病害的发生期和危害期来确定。如苗期病害应在苗期进行调查取样，花期、穗期或铃期为害的病害应在开花后、抽穗后或结铃后进行调查取样，整个生长期都能为害的病害，最好选择病害为害作物的关键时期或病害的盛发期进行调查取样。谷粒病害和果实腐烂病等，可在收获后取样。假如在收获时已将烂果剔除，谷粒在脱粒后经过扬弃，得到的发病率则比实际情况要低。贮藏中的病害，则可以在贮藏过程中不断取样记载。

5. 作物病害调查的记载方法

作物病害调查记载是调查中的一项重要工作，也是摸清情况、分析问题和总结经验依据。无论哪种内容的调查都应有记载。记载要准确、简要、具体，所有的记载应妥善保存。当地病害发生档案作为历年病害发生的历史记录，对本地区病害预测预报有重要作用。作物病害发生的种类较多，为害情况不一，发病程度的记载方法有所不同。为了使调查结果更有价值，选择合适的记载方法很重要，一般都采用表格形式。表格的内容、项目可依据调查目的和调查对象自行设计。以下几点可供选择和设计时参考：①要简单明了而相当

准确，只求精确而过于复杂是不适用的，并且也是不必要的；②要客观和具体，使不同人在不同的地点和时期，用该方法记载得到的结果，可以相互比较；③一种病害为害的方式可以是多方面的，要兼顾到各种为害方式；④发病率固然不能表示损失的大小，但是能指出其间一定的关系最好。

(1) 直接计数法 利用发病率反映病虫为害的普遍程度。

$$\text{发病率} = \frac{\text{发病样本数}}{\text{调查总样本数}} \times 100\%$$

这种方法比较简单，优点是是根据发病或不发病计数，有明确的标准，记载比较一致；缺点是不能反映受害的严重度，因此只适用于植株或器官受害程度大致相仿的病害，如系统感染的病毒病，影响全株的猝倒病、枯萎病和线虫病以及局部生病而严重影响经济价值的如黑穗病和瓜果的腐烂病等。即使是以上这些类型的病害，有的直接计数并不是很好的方法，例如，棉花枯萎病的记载，可以数田间的发病株数，求得发病的百分率，由于病株发病轻重的程度不同，发病率高的田块，病株的发病程度并不一定高，比较精确的调查一般还是采取病情指数的方法。叶斑病有时也可用计数法，即采集一定数量的叶片，计算每一叶片上的病斑数，求得叶片上病斑的平均数，苹果和梨黑星病的发病率，就可以这样记载。如叶片上斑点数目太多，或者病斑的大小很不一致，这种方法就不适用。

(2) 病情指数 取样点的每个样本，按病情严重度分级标准，调查出各级样本数据，代入下面公式，计算出病情指数。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{各病级代表数值} \times \text{各级样本数})}{\text{最高病级代表数值} \times \text{调查样本总数}} \times 100$$

例如，加工番茄早疫病 (*Alternaria solani*) 的病株，可根据发病程度分为五级，每级用数值代表 (表3)。

表3 加工番茄早疫病病株的分级			
病级	发病程度	代表数值	株数*
1	无病或者几乎没有病	0	8
2	植株小于25%的叶片枯死	1	15
3	植株26%~50%的叶片枯死	2	20
4	植株51%~75%的叶片枯死	3	40
5	植株76%~100%的叶片枯死	4	30

*项内株数为假定。

$$\text{病情指数} = \frac{(0 \times 8 + 1 \times 15 + 2 \times 20 + 3 \times 40 + 4 \times 30) \times 100}{(8 + 15 + 20 + 40 + 30)} = 65.3$$

发病最重的病情指数是100，完全无病是0，所以这数值就能表示发病的轻重。

病情指数是将发病率和严重度两者合在一起，用一个数值来代表发病程度，对调查和

试验结果的分析是有利的。在比较防治效果和研究环境条件对病害的影响等方面，常常采用这一计算方法。除去根据整株发病轻重分级外，叶片、果实、器官等都可以根据发病的严重度分级记载，然后计算病情指数。但是病情指数算法，如使用不当也可能发生一定的偏差。例如，分级的标准和确定各级的代表数值，就是突出的问题。代表数值是反映发病的严重度的，代表数值4的级别，严重度要比代表数值1的级别大4倍。常常发生的情况是没有充分的根据，随意分级和确定代表数值，计算到的指数就不能代表真正的发病程度。病害的分级标准最好参考官方公布或文献通用的分级标准。如无参考，可自行设计。分级标准制作，无论用图或照相，尽量要使所制成的标准与自然发病情形相接近，最好是在田间采集发病轻重不同的标本，选出每一级的典型代表，然后用图或照相作成标准。有时一个级不能用一个典型表示，则可用2~3个标本来表示一个发病级。

(3) 损失率 损失是指产量或经济效益的减少。所以病害所造成的损失应该以生产水平相同的受害田与未受害田的产量或经济总产值对比来计算，也可用防治区和不防治的对照区产量或经济总产值对比来计算。

$$\text{损失率} = \frac{\text{为受害田平均产量或产值} - \text{受害田平均产量或产值}}{\text{未受害田平均产量或产值}} \times 100\%$$

准确估计病害损失的多少是很复杂的问题。有些引起整株死亡或完全破坏有经济价值部位的病害，产量损失的多少，主要决定于发病率，损失的估计比较简单，例如，大麦条纹病减产的百分率，差不多就是发病的百分率。但有些病害虽属于这类性质的病害，如麦类黑穗病，情况还有所不同，产量损失的百分率，有的接近病穗的百分率，有的低于病穗的百分率。至于其他在不同程度上影响产量的病害，损失的多少决定于发病率和严重度，问题就更加复杂。发病程度与损失的多少有一定的关系，但是这种关系不是固定不变的，受发病的时期、品种的不同、栽培和气候等条件的影响很大。

(二) 农作物病害标本的采集与制作

标本是生物性状和分布的记载，农作物病害标本也是症状最好的描述。如果采集和整理得很好，按一定的系统排列保存，对教学和研究的具有很大作用。

1. 标本的采集

病害标本采集的用具有标本夹、标本箱、刀、剪、锄、锯、小玻璃瓶、标本纸、纸袋、标签和记录本等。

病害标本主要是有病的根、茎、叶和果实等，好的标本要有各受害部位在不同时期的典型症状，真菌病害则上面有子实体更好。寄主的鉴定很重要，许多病害标本，尤其是锈菌和黑粉菌，不知道寄主是很难鉴定的。对于不熟悉的寄主，最好能采得花、芽和果实等，有助于鉴定。每种标本采集的件数不能太少，在制作和鉴定过程中常有损坏，多余的标本还可以交流。一般叶斑病标本，最少采十几张叶片。

采到的标本，如果干燥后容易卷缩的（如病叶），最好是随采随压。其他不致损坏的标本，可以暂时放在标本箱中，带回压制和整理。败坏的果实，先用纸分别包裹，然后放在标本箱中，以免损坏及沾污。黑粉病标本，要放在纸袋中或用纸包好，避免孢子混杂而影响鉴定。

柔软肉质菌类的采集，用篮或筐，并分别用纸包裹，以免损坏和沾污。标本务求完整，有些覃类的基部结构，对鉴定是很重要的，采集时应特别注意。肉质覃类不容易保存，采到后要当天观察，及时拍照留底。

伞菌要保存它们的孢子图印，可将菌盖取下放在纸上，菌褶朝下，上面加玻璃罩，经过12-24h纸上就显出孢子图印。纸张颜色的选择，可以根据菌褶的颜色判断，要求与孢子的颜色有鲜明的对比。孢子容易被吹去，可以使用透明宽胶带粘附。最好再保存一小瓶未经处理的孢子。

木质化枝条和木质覃类等，不容易损坏，采集比较方便，枝干过于粗大的，可用刀和锯取其一部分。

锈菌主要发生在叶片上，要注意从叶片的两面寻找。黑粉菌除去为害植物的花部分，还发生在草本植物的茎和果实上，受害的茎和果实往往开裂。前面已经提到，锈菌和黑粉菌的采集，要注意寄主的鉴定。大的肉质担子菌大都发现在树木上，采集和保存方法与肉质覃类相同。子囊菌的子囊壳大都产生在叶、茎和树皮的表皮下，畜粪、枯死的叶片、秸秆和枝条也是寻找子囊菌很好的场所。许多子囊菌的子囊果着生在组织内，只有孔口露在外面，采集时容易被忽视。半知菌的采集方法和场所与子囊菌相同，子实体一般都不很显著，必须注意观察。发病的叶片，一般都带回检查，尤其是经过保湿后，上面往往可以找到分生孢子或分生孢子器。

采集要有记载，主要内容是寄主名称、采集日期和地点、采集人姓名、主要发生情况和必要的生态因子。覃类多生在林间土面，要记下土壤性质和林木种类。病害标本采集记录的一种形式如下：

表4 病害标本采集记录

采集号数	地点	日期		
海拔	产地和环境	寄主	通称：	学名：
受害部位（根、茎、叶、花等）	标本性质（寄生或腐生）	普遍性		
采集人	标本号数	附注		

2. 标本的制作

实习过程中，标本的制作方法主要是标本干燥制作法。干燥法比较简单而经济，标本可以长期保存，所以应用广泛。茎和叶可压在吸水的标本纸中，用标本夹夹紧，日晒任其干燥。不准备作分离用的标本，可在50℃的烘箱中放2~3天，使它很快干燥。标本干燥愈快，愈能保持原有的色泽。夏季的温度和湿度高，标本容易发霉变色，标本纸的更换要勤。通常前3~4天每天换纸1~2次，以后每2~3天换一次，至完全干燥为止。春秋两季则可减

少换纸次数。每一次换纸时将标本加以整理，经过初步干燥后，标本变软而容易铺展。有些植物标本，由于水分过高或者是酶的活动，在压制过程中很容易变色。烟草、甘薯、蚕豆、马铃薯的茎叶，都是比较难于保存的，在制作时要特别注意，必要时应采用其他保存方法。为了加快干燥，有些标本可以夹在吸水纸中用熨斗烫，使它快速干燥而保持原来的色泽。作分离用的标本，不能用这种方法处理。

幼嫩多汁的标本如花和小苗等，可夹在两层脱脂棉中压制，水分过高的可在30-45℃之间加温烘干。

（三）农作物病害症状识别与重大作物病害田间调查实践

1. 植物非侵染性病害与侵染性病害的诊断

侵染性病害由微生物侵染而引起的病害称为侵染性病害。由于侵染源的不同，又可分为真菌性病害、细菌性病害、病毒性病害、线虫性病害、寄生性种子植物病害等多种类型。

植物侵染性病害的发生发展包括以下三个基本的环节：病原物与寄主接触后，对寄主进行侵染活动（初侵染病程）。由于初侵染的成功，病原物数量得到扩大，并在适当的条件下传播（气流传播、水传播、昆虫传播以及人为传播）开来，进行不断的再侵染，使病害不断扩展。由于寄主组织死亡或进入休眠，病原物随之进入越冬阶段，病害处于休眠状态。到次年开春时，病原物从其越冬场所经新一轮传播再对寄主植物进行新的侵染。这就是侵染性病害的一个侵染循环。

非侵染性病害是由非生物因子引起的病害，如营养、水分、温度、光照、和有毒物质等，阻碍植株的正常生长而出现不同病症。这些由环境条件不适而引起的果树病害不能相互传染，故又称为非传染性病害或生理性病害。这类病害主要包括缺镁症、缺锰症、缺锌症、缺铁症、缺钙症、缺钾症、缺铜症、缺硼症等。

2. 农作物病害症状识别及病情调查

（1）小麦病害识别、调查及其分级标准

小麦条锈、小麦白粉、小麦黑穗病、小麦细菌性条斑病、小麦病毒病调查，调查前首先明确目的，然后根据目的提出要求和拟定方法。

1) 麦条锈病

症状识别：小麦条锈病主要危害小麦叶片。苗期染病，幼苗叶片上产生多层轮状排列的鲜黄色夏孢子堆。成株叶片初发病时，夏孢子堆为椭圆形，鲜黄色，与叶脉平行，呈虚线状排列，后期表皮破裂，出现锈褐色粉状物；后期病部产生黑色冬孢子堆。冬孢子堆短线状，扁平，常数个融合，埋伏在表皮内，成熟时不开裂。

田间苗期发病严重的条锈病与叶锈病症状易混淆，小麦叶锈夏孢子堆近圆形，较大，在叶面上不规则散生，成熟时表皮开裂一圈，有别于条锈病。

小麦条锈病消长规律调查：目的是为了掌握本地区小麦条锈病发生发展规律同环境（主要是气候）条件的关系。为锈病测报和防治提供依据。

调查时间：冬小麦返青后 20 天左右开始，北疆一般在 4 月上旬，南疆 3 月下旬开始。

品种和地点选择：选择离工作单位比较近，调查比较方便的，常年锈病容易发生的地块和在当地比较容易感病且种植面积较大的品种。

调查方法：定点定期调查。选定一块地按对角线 5 点取样法插上标记，每点取 20 个分蘖，每蘖去一片叶，记载叶片的严重级别，每 7 天记载 1 次，一直到小麦旗叶转黄（大概在收获前 20 天左右）停止。再把当地气象站同期的气温，相对湿度，降雨量和降雨次数等数据收集到，画出当年锈病消长规律图，分析同气候的关系。

记载病情分级标准：病叶上孢子堆数量的多少进行分级。规定分为 8 级：即 5%以下，5%~10%，11%~25%，26%~40%，41%~65%，66%~80%，81%~100%，以全叶面积为基础。

小麦锈病损失估计方法：估计小麦锈病而造成损失的程度是研究锈病的重要手段之一。但由于小麦产量损失的大小不仅决定于锈病危害的程度和品种的感病程度及其生育阶段，而且与土壤肥力、栽培管理方法和气候条件等因素有关，情况相当复杂。

表 5 小麦感染条锈的程度与产量损失的关系

开花期 病情指数	乳熟期 病情指数	严重损失 (%)	开花期 病情指数	乳熟期 病情指数	严重损失 (%)
5	20	10	20	80	30
5	40	15	40	80	35
10	40	15	40	100	40
10	60	20	60	80	40
20	60	25	60	100	45

河北省植保土肥所提出估计条锈病减产率的公式： $Y=2.27+0.387X_1+0.274X_2$

Y，理论（估计）减产率（%）； X_1 ，为开花期小麦条锈病的病情指数； X_2 ，为乳熟期病情指数。

2) 小麦黑穗病类调查及其分级标准

小麦普通腥黑穗病

症状识别：病株一般比健株稍矮，分蘖较多，最明显的特征是病穗短直，颜色为暗绿色至灰白色，到成熟初期，颖壳外张，露出灰黑色或灰白色病瘿（病粒），用手指微压，容易破裂，散出黑粉，及病菌冬孢子，具鱼腥臭味。病粒形似麦粒，稍小，外被灰褐色薄膜。

调查方法：目的是调查该地区某一品种发病率。调查方法如果面积小，可以隔若干行调查一行，面积大的可在这一行中分段取几个点。每点取若干分蘖，计算发病率，也可以在一个条田对角线 5 点或 10 点取样，每点取若干分蘖（至少 50 个）。

小麦矮腥黑穗病

症状识别：植株极端矮化，其高度仅为健株的 25%~66%；分蘖较多；小穗特密特多，比健穗明显呈炸开状，黑粉病粒易开裂，外露似角状；病粒特硬，用手指挤压成碎块状，病粒小而圆，没有腹沟或不明显。有明显的鱼腥臭味。

调查方法：该病为检疫对象。如果为了调查该地区有无此病，确定疫区范围而进行的，

则进地之后不急于取点，先顺行走一段距离，边走边看有无病穗，不仅要弯下腰看长得特别矮的穗，还要注意地头、地边等地段，因这些地段病穗较多，如果发现有病穗，则取点调查其发病率。如果取点查不出病株，表明该地虽有病穗，划疫区时仍属疫区。如果该地区已知有该病发生，需要了解其发病率，则可用对角线取样，也可用“Z”字形取样，棋盘式取点等方法进行。

小麦黑穗病损失估计：一般认为小麦黑穗病损失估计是比较简单的，但是也有不同的情况，黑穗病的损失率有时大于发病率，但有时并不完全相等。各地的测定也不一致。小麦腥黑穗病发病率和损失率的关系是：发病率每增加 1%，则产量降低 0.77%。

3) 小麦白粉病

症状识别：该病主要发生在春季 5~6 月份，主要危害叶片，其次危害叶鞘、穗部的颖壳及芒。初期在小麦叶面正面形成白色绒絮状霉斑，也可发生在叶背，以后逐渐变为灰色至灰褐色，并有粉状物（分生孢子）。到后期叶片发生退绿，枯黄，乃至枯死现象，霉斑最初单独分散，以后相互联合成大霉斑，以致覆盖整个叶片，病部表面散生黑色小点，即病菌闭囊壳。茎和叶鞘被害后，植株容易倒伏。

生长后期调查方法：了解当年最后病情和品种的抗病性，一般应在小麦乳熟期病叶未干枯以前进行调查。调查对象包括生产上种植较多的各品种和农艺性状较好的后备品种，种植面积大的品种，调查地块应多一些。感病品种应调查 10 块以上，调查方法一般采用目测估计发病率和病情指数，并记载反应型，如发病很少，发病率不易准确估计时，可采用每块地取 5 个点，每点面积 1M²，记载病叶数，总叶数和目测估计的病情指数，算出病叶率，总叶片数可根据 1 米长 1-2 行内的实查叶片数进行折算。如调查时发病较多，也可以每点调查 50~100 个叶片，求出发病率或估计发病率。

表 6 麦类白粉病生长后期的病情及品种抗病性调查表

单位:					调查年度:						
调查日期	地点	田号	调查田块基本情况				反应型	发病率 (%)	病情指数	备注	
			麦 子 品 种	面 积 (亩)	肥 水 情 况	地 势					

病情发展系统调查方法：为掌握每年病害的发生消长和越冬情况，于小麦播后选择易感病品种和容易发病的麦田 2~3 块，经常进行检查。发现病害后即开始定点观察。每块地固定 3~5 个点，每点面积 1M²（其中 1 个点应有病叶，其余点随机选定）。每隔 5 天调查 1 次，每次调查记载病茎数、病叶数、总茎数、总叶数和目测估计的病情指数，算出病茎率和病叶率，当病叶率达到 50%左右以后，则每点检查 100 或 50 个茎即可。

麦类白粉病反应型分级标准：

- 0 级：免疫，小麦植株正常；
- 1 级：高抗，仅在叶鞘边缘有很少量稀薄的菌丝层；

2 级：中抗，小麦植株的叶片、叶鞘上有较多的分散病斑，菌丝大小似黄豆粒。其主要特征为病斑不连成大片，如果菌丝体造成较大的片，则菌丝层很薄，透过菌丝体能看到叶表；

3 级：中感，叶片和叶鞘上（以及颖壳和茎上）有很多分散的菌丝体，有 1/3 的病斑连成片；

4 级：高感，叶片和叶鞘（以及颖壳和茎上）有棉絮状的菌丝体，病斑连成大片，分散的病斑小于 1/2。

表 7 麦类白粉病定点系统观察记载表

单位：_____			调查年度：_____																		备注			
调查日期	地点	田号	病害始见期	发病部位	每点调查数	第一点			第二点			第三点			第四点			第五点				平均		
						病茎率	病叶率	病情指数	病茎率	病叶率	病情指数	病茎率	病叶率	病情指数	病茎率	病叶率	病情指数	病茎率	病叶率	病情指数		病茎率	病叶率	病情指数
						%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	%	%

4) 小麦病毒病

了解该地区小麦病毒病情况及不同品种发病情况。

小麦丛矮病

症状识别：病株先自心叶基部出现黄白色宽窄不一、长短不等的条点或条纹，后发展为黄绿相间的条纹，以后退绿的条纹逐渐消失，植株下部叶片深绿，上部叶片退绿，分蘖增多，蘖细弱病陆续死亡。轻者虽能抽穗，但小穗数、穗粒数明显下降。重者老叶黄化，心叶常呈黄白色，不能拔节抽穗，提前枯死。

调查方法：小麦丛矮病病情发展共分三个阶段，第一阶段是秋季苗期感病的病情至小麦越冬前，春季返青后至起身期，晚秋感病的病株逐渐显病，形成病情发展的第二阶段，春季感病后至抽穗期陆续发病，形成病情发展的第三阶段。因此，各块调查小麦丛矮病应于越冬前、春季起身期及灌浆期各调查 1 次，一般调查 3 次，冬前及春季调查病株率，灌浆期调查病茎率及病情指数。取样方法是对角线 7 点取样，两头的点应在最外面，落在地边的第三行或第四行。冬前和春季调查，每点调查 100 株（不是分蘖茎），灌浆期调查以茎为单位，每点 100~200 茎。

表 8 小麦丛矮病病情调查表

单位：_____										年度：_____										备注
调查日期	田号	总株数	各点病株（茎）数							病株（茎）率%	各级病株数				病情指数					
			1	2	3	4	5	6	7		0	1	2	3						

记载病情分级标准：

0 级：无病；

1 级：植株矮化，高度比健株矮 1/3 以内，叶片有退绿条点或条纹，分蘖数增加或不增加，能抽穗，但小穗比正常穗少 5 个以上；

2 级：植株矮化，高度比健株矮 1/2 左右，叶片变细，色黄，分蘖增加，少数能抽穗，穗形变小，秕粒多；

3 级：植株严重矮化，叶细小，色很黄，分蘖丛生，不能抽穗，或有穗无粒，或每穗秕粒在 5 粒以下。

5) 小麦细菌性条斑病

症状识别：主要危害叶片。其次是叶鞘、茎秆和穗。被害叶片初呈针尖大小的水浸状半透明斑点或短条斑，受叶脉的限制，后纵向扩展为油渍发亮的长条状褐色病斑，湿度大时，可在病斑处溢出黄白色菌脓，干缩后呈黄色菌胶粒。以抽穗期和扬花期受害最重。早期受害易形成枯心苗，有些病株还可以产生不孕穗。带菌种子播后，重者幼苗死亡，轻者细菌沿导管系统侵染，使病株产生系统性症状。

调查方法：了解当年最后病情和品种抗病性，一般在小麦乳熟期病叶末干枯前进行调查，方法同白粉病，表格参考白粉病表 6、7。

记载病情分级标准：

0 级：健康，无病斑；

1 级：发病很轻，有少量斑点或条斑，细短，不超过叶片面积的 1/5；

2 级：发病较轻，条斑少，细长，占叶面积 2/5；

3 级：发病中度，长斑多，宽长，黄色，占叶面积 1/2；

4 级：发病较重，条斑多，宽长，枯黄，占叶片面积 3/5；

5 级：发病严重，条斑连成片，不规则，枯黄，占叶片面积 4/5 以上，或穗茎感病。

(2) 棉花病害症状识别、调查及其分级标准

1) 棉花枯、黄萎病

症状识别：棉花枯萎病在幼苗期可表现症状。现蕾期为发病高峰，引起大量棉株萎蔫死亡。到秋季多雨时可形成第二次发病小高峰。棉花枯萎的症状有五种类型：(1) 黄色网纹型：病苗子叶或真叶叶脉变黄，叶肉部分保持绿色，叶片局部或全部呈黄色的网纹状。(2) 紫红型：子叶和真叶变紫红色或出现紫红色斑块，略呈萎蔫状。(3) 黄化型：子叶或真叶出现黄色或淡黄色斑块，随后逐渐变褐枯死。(4) 急性青枯型：叶片急性失水，不变色而萎蔫下垂，全株青干死亡或仅半边植株青枯萎蔫。(5) 矮缩型：植株节间缩短，株型矮小，叶片深绿变厚皱缩不平。枯萎病株的共同特征：根、茎内部的导管变黑褐色，纵剖面呈黑褐色条纹。

棉花黄萎病发病时间比枯萎病稍迟，一般在现蕾后才大量发生。由下部叶片开始逐步

向上发展。发病初期在植株下部叶片上的叶缘和叶脉间出现浅黄色斑块，后逐渐扩展，叶色失绿变浅，主脉及其四周仍保持绿色，病叶出现掌状斑驳，叶肉变厚，叶缘向下卷曲，叶片由下而上逐渐脱落，仅剩顶部少数小叶，蕾铃稀少，棉铃提前开裂，后期病株基部生出细小新枝。纵剖病茎，木质部上产生浅褐色变色条纹。夏季暴雨后出现急性型萎蔫症状，棉株突然萎垂，叶片大量脱落，发病严重地块惨不忍睹，造成严重减产。根据病状的不同，可以划分为：（1）普通型：病株从下部叶片开始发病，逐渐向上发展。发病初期，病叶叶脉间或叶缘处出现不规则形淡黄色斑块，病斑逐渐扩大，从病斑边缘至中心颜色逐渐加深，而靠近主脉处仍保持绿色，呈“花西瓜皮状”或“褐色掌状斑驳”，叶缘向上卷曲，随着斑驳及叶缘组织焦枯。重病株到后期叶片由下而上逐渐脱落，蕾铃稀少。纵剖病茎维管束变成黄褐色，严重的延续到植株顶部。（2）枯死型：棉株顶部叶片上先出现不规则失绿斑块，很快变成黄褐色或青枯，病株主茎和侧枝顶端亦变褐枯死，植株上枯死的叶、蕾多悬挂不易脱落叶。（3）黄斑型：病菌致病力较弱，叶片出现黄色斑块，后扩展为掌状黄条斑，叶片不脱落。在久旱高温之后，遇暴雨或大水漫灌，叶部尚未出现症状，植株就突然萎蔫，叶片迅速脱落，棉株成为光秆，剖开病茎可见维管束变成淡褐色，这是黄萎病的急性型症状。

调查方法：棉花黄萎病是国内检疫对象。棉花枯、黄萎病在新疆和国内其他省份分布较为普遍，各地有无发生以及危害轻重程度情况应作调查，根据调查情况划分疫区和采取防治措施，制定防治计划。调查和取样的方法每条田取 200～500 株（调查发病株率），分级记载可取 100 株，表可参考其他病害设计。调查时间，枯萎病分别在苗期，现蕾期，盛花期和吐絮期各调查 1 次，黄萎病除苗期不调查外，其他各时期调查 1 次。另外，还可调查不同品种、不同耕作栽培措施和不同环境条件同枯、黄萎病发病的关系。

表 9 棉花枯、黄萎病病情调查表

调查地点	调查时间	条田号	病害种类	品种	调查面积(亩)	调查株数	发病率(%)	病情指数	备注
------	------	-----	------	----	---------	------	--------	------	----

棉花枯萎病苗期记载病情分级标准：

- 0 级：正常，无病；
- 1 级：子叶边缘开始退绿萎蔫；
- 2 级：子叶 50%全部退绿萎蔫，真叶正常；
- 3 级：子叶及真叶全部萎蔫或青枯，叶茎失去膨压变褐萎垂。

棉花枯萎病生长期记载病情分级标准：

- 0 级：植株健全，表明无任何症状；
- 1 级：全株感病轻微，仅 1 或 2 片叶片黄化，皱缩，呈鸡爪状，影响产量不明显；
- 2 级：全株 1/2 叶片黄化或呈黄色网纹斑纹，焦枯，株形稍反常（明显减产）；
- 3 级：全株 1/2 以上叶片黄化或呈焦黄色网状斑纹，焦枯，枝条黑色枯纹，株形极反常，

半边萎蔫，无一健全枝叶（影响产量大，有时几乎无收获）；

4级：全株枯死或仅剩一根光杆。

棉花黄萎病生长期记载病情分级标准：

0级：植株正常，无病；

1级：少数真叶上表现黄褐相嵌的斑驳，但程度较轻；

2级：植株上有30%~50%以上的真叶表现黄色斑驳或变褐，叶片边缘卷折；

3级：植株上有50%以上真叶表现黄色斑驳或变褐，叶片边缘卷折，有时少数叶片脱落，结铃较少；

4级：全株发病，叶片干枯和脱落或植株早期枯死，不结铃。

2) 棉花立枯丝核病

症状识别：该病为棉花苗期病害。温度低，湿度大容易发生。棉种萌发前侵染而造成烂子和烂芽。棉苗出土后受害，一般地上部不显症，但近地表根基部则显褐色病斑且下陷，根毛少以至无根毛，发展严重时，病斑逐渐扩展包围整个基部呈明显缢缩，病苗萎蔫倒伏枯死。拔起病苗，茎基部以下的皮层易遗留在土壤中，仅存尖细的鼠尾状木质部。湿度大时，在病苗、死苗的茎基部及周围、土面常见到白色稀疏菌丝体。此病发生严重年份常造成缺苗断垄现象。

记载病情分级标准：

0级：无病（无症状）；

1级：茎秆上有褐斑，不足茎周1/2；

2级：病斑达茎周的1/2；

3级：病斑达茎周的1/2~3/4；

4级：病斑超过茎周3/4，直至全株死亡。

(3) 甜菜病害症状识别、调查及分级标准

1) 甜菜白粉病

症状识别：甜菜的根、茎、叶、花枝、种球等地上各部均可受害，发病初期在个别叶柄上或叶背出现一些白色小斑，成放射性蜘蛛网状，不易察觉，很快就能蔓延开来，使整个叶片出现一薄层白粉，同时地上各部也都出现同样症状。重病株叶上覆盖一层白粉，致使植株生长缓慢，茎叶变黄凋枯，到发病中后期，在灰白色霉层中产生大量黑色颗粒，即闭囊壳。

调查方法：一般在甜菜白粉病发病高峰期开始大量出现闭囊壳时进行调查，调查一般取样200~500株。调查表格参考棉花枯、黄萎病调查表。

记载病情分级标准：

0级：全株无病斑（白粉）；

1级：植株少数叶片有个别病斑；

2 级：植株多数叶片有病斑，但尚未连成片；

3 级：几乎全部叶片有病斑，且多数叶片上病斑连成片或白粉层，稍叶变黄甚至枯死。

2) 甜菜褐斑病

症状识别：叶片初生针状水浸状病斑，后逐渐扩大，病斑有红色、褐色至紫色，周围有褐色至紫色的边缘，中心有时褪为灰色。潮湿时，在病斑上产生大量灰白色霉状物。在高温多雨的条件下，病斑小而密，后期很多病斑融合连成片，病叶开始变黄、枯死。叶柄上的病斑呈卵形或梭形。基部病斑多呈褐色长圆形。

调查方法：甜菜褐斑病从发病开始到最后植株大部分叶片死亡，时间长，调查发病情况多在生长后期，但调查品种抗病性或药剂试验时则在发病初期。以株为单位，每块地调查 500 株。（其中 100 株进行分级）。

记载病情分级标准：

0 级：无病；

1 级：病斑面积占整片叶面积的 5%以下；

3 级：病斑面积占整片叶面积的 6%~25%；

5 级：病斑面积占整片叶面积的 26%~50%；

7 级：病斑面积占整片叶面积的 51%~75%；

9 级：病斑面积占整片叶面积的 76%以上。

3) 甜菜丛根病（坏死黄脉病）

症状识别：甜菜丛根病是世界范围分布的一种毁灭性病害。该病基本症状为根毛坏死，次生侧根、根毛异常增生或陆续坏死，大量次生侧根和根毛成团集结，块根、侧根剖面维管束有黄褐色条纹，且地上部症状多变。生产上可进一步分为坏死黄脉型、黄化型和黄色焦枯型及黑色焦枯型 4 种类型。坏死黄脉型在叶片上沿叶脉呈鲜黄色至橙黄色，后沿叶脉形成褐色坏死，根部具典型的丛根症状。黄化型叶片变淡黄至黄绿色，严重时变成近白色，类似缺肥黄化，叶片变薄，叶片直立或狭长，根部有丛根症状。黄色焦枯型叶片主脉间出现大面积褐色坏死，叶片下垂，中午烈日下暂时萎蔫，早上可恢复，根部具严重的丛根症状。黑色焦枯型叶片叶脉间出现黑褐色焦枯，初期表现为零散的黑褐色大小不等的不规则枯斑，叶片通常直立向上，向内卷曲，根部根毛大量坏死，但丛根症状不很明显。

调查方法：以株为单位，每块地取样 500 株（其中 100 株分级），调查时间应分级个阶段进行，如初期（6 月上旬），中期（7 月下旬），后期（9 月上旬）。

记载病情分级标准：

0 级：植株正常，无病；

1 级：植株生长基本正常，少数叶片黄褐色，或有少量褐色斑点；

2 级：植株 1/3~1/2 叶片黄化或黄褐色，或有大量焦枯病斑，叶片内卷，干枯；

3 级：植株严重矮化（皱缩），绝大部分叶片黄化、黄褐色或焦枯，叶片内卷以致植株

死亡。

(4) 番茄病害症状识别、病害调查及病情分级标准

1) 番茄早疫病

症状识别：主要危害叶片，也可危害幼苗、茎和果实。叶片受害初期出现针尖大小的黑褐色圆形斑点，逐渐扩大成圆形或不规则形病斑，具有明显的同心轮纹，病斑周围有黄绿色晕圈，潮湿时病斑上生有黑色霉层。严重时叶片脱落。茎部染病，病斑多在分枝处及叶柄基部，呈褐色至深褐色不规则圆形或椭圆形病斑，凹陷，具同心轮纹，有时龟裂，严重时造成断枝。果实多在绿熟期之前（青果）受害，多在花萼或脐部（后期在果柄处）形成黑褐色近圆形凹陷病斑，病部密生黑色和白色霉层。发病后期，茎基部病斑绕茎一周，植株枯死，产量损失严重。

调查方法：以株为单位，取样可根据种植面积大小和目的而定。一般每块番茄地取 100～500 株（其中 50～100 株进行分级）。调查时间根据调查目的而定，只做病情调查，可在发病盛期调查 1～2 次。

记载病情分级标准：

- 0 级：植株正常，无病；
- 1 级：25%以下叶片面积死亡；
- 2 级：26%～50%叶片面积死亡；
- 3 级：51%～75%叶片面积死亡；
- 4 级：76%以上，或整片叶片面积死亡。

2) 番茄花叶病毒病

症状识别：发病较轻时，植株生长发育正常，株高与健株无异，叶片不变小，不畸形，在叶片上发生轻微的花叶或绿色深浅不匀的斑驳，植株不矮化，对产量影响不大。发病较重时，在叶片上发生浓、淡相间的斑驳，随后新生叶片变小，叶脉变紫，叶片细长狭窄，扭曲畸形。茎顶叶片生长停滞，植株矮小，下部叶片多呈卷筒状，花芽分化能力减退，大量落花落蕾，已坐果的，果形细小，果小质劣呈花脸状。对产量影响很大，病株比健株减产 10%～30%。

调查方法：每个地块五点取样，每点调查 50～100 株（其中 100 株进行分级），记录调查总株数、各级病株数。

记载病情分级标准：

- 0 级：无症状；
- 1 级：主茎先端(1~2片叶)明脉、轻微花叶；
- 3 级：主茎顶端3~4片叶及中部叶片花叶；
- 5 级：主茎及侧枝均现花叶，少数叶片畸形、皱缩或植株轻度矮化；
- 7 级：重花叶，多数叶片畸形、皱缩或植株矮化；

9 级：重花叶，叶片明显畸形、线叶，植株严重矮化，甚至死亡。

3) 番茄晚疫病

症状识别：该病主要危害叶、茎、果实。病斑大多先从叶尖或叶缘开始，初为水浸状褪绿斑，后渐扩大，在空气湿度大时病斑迅速扩大，可扩及叶的大半以至全叶，并可沿叶脉侵入到叶柄及茎部，形成褐色条斑。最后植株叶片边缘长出一圈白霉，雨后或有露水的早晨叶背上最明显，湿度特别大时叶正面也能产生。天气干旱时病斑干枯成褐色，叶背无白霉，质脆易裂，扩展慢。茎部皮层形成长短不一的褐色条斑，病斑在潮湿的环境下也长出稀疏的白色霜状霉。

调查方法：每个地块五点取样，每点调查 50~100 株（其中 100 株进行分级）。

记载病情分级标准：

0 级：无症状；

1 级：≤5%的叶面积被侵染，形成小的坏死斑；

2 级：6%~15%的叶面积被侵染，形成限制性坏死斑；

3 级：16%~30%的叶面积被侵染，茎部不形成坏死斑；

4 级：31%~60%的叶面积被侵染或茎部形成小的坏死斑；

5 级：61%~90%的叶面积被侵染或茎部形成扩展斑；

6 级：91%~100%的叶面积被侵染或茎部损坏或植株死亡。

(5) 玉米黑粉病识别、调查及分级标准

1) 玉米瘤黑粉病

症状识别：该病为局部侵染病害。玉米地上部分幼嫩组织均可危害，如气生根、茎、叶、雄穗、雌穗等，在病部产生形状大小不等的病瘤。病瘤初呈银白色，有光泽，内部白色，肉质多汁，并迅速膨大，常能冲破苞叶而外露，表面变暗，略带淡紫红色，内部则变灰至黑色，失水后当外膜破裂时，散出大量黑粉，即病菌的冬孢子。果穗发病可部分或全部变成较大肿瘤，叶上发病则形成密集成串小瘤。

调查方法：在玉米乳熟期逐株调查植株上是否发生黑粉瘤，5 点法进行调查。每点调查株数 50~100 株，其中 100 株进行分级。

记载病情分级标准：

0 级：植株正常，在植株体上没有发病症状；

1 级：在叶子上有少量的病孢或各种突起物，有时带有花青素的颜色；

2 级：叶子、茎秆、穗状花序、基本果穗上部、不成熟的果穗或枝丫上的果穗等部位出现病孢或大量各种形状的突起物（直径约 0.1~1 cm）；

3 级：在叶子、茎秆、穗状花序、总苞和果穗上部等部位出现有规律的 2~5 cm 的突起物；

4 级：在茎秆甚至果穗上有直径为 10~15 cm 的突起物；

- 5 级：在茎秆上出现比果穗上都大的突起物；
- 6 级：在果穗上有大突起物；
- 7 级：损害较大而死亡的植株。

玉米丝黑穗病菌抗性的鉴定标准采用国家“十五”攻关课题“玉米重大病虫害可持续控制技术研究”统一制定的标准。HR为高抗（0~1.0%），R为抗（1.1%~5.0%），MR为中抗（5.1%~10.0%），S为感病（10.1%~40.0%），HS为高感（40.1%~100%）。

（6）农作物白粉症状识别、调查及分级标准

1) 农作物白粉病

症状识别：白粉病发生在叶、嫩茎、花柄及花蕾、花瓣、果实等部位，初期为黄绿色不规则小斑，边缘不明显。随后病斑不断扩大，表面生出白粉斑，后期染病部位变成灰色，连片覆盖其表面，边缘不清晰，呈污白色或淡灰白色，病部产生黑色小点，即闭囊壳。受害严重时叶片皱缩变小，嫩梢扭曲畸形，花芽不开。

调查方法：每块田采用对角线 5 点取样法，每点调查 50~100 株，每株调查主茎（距顶端 10 片叶开始，向下查）10 片叶的发病情况，200~500 片叶进行分级。

记载病情分级标准：

- 0 级：无病
- 1 级：白粉极少, 覆盖面积占叶面积 2%以下；
- 2 级：白粉覆盖面积 2%~10%；
- 3 级：白粉覆盖面积 11%~25%；
- 4 级：白粉覆盖面积 26%~50%；
- 5 级：白粉覆盖面积 51%~75%；
- 6 级：白粉覆盖面积 76%~100%或叶片凋枯。

（7）农作物霜霉病症状识别、病害调查及分级标准

症状识别：该病主要危害农作物叶片，花、嫩梢、果实也有危害。苗期发病，子叶上起初出现褪绿斑，逐渐呈黄色不规则形斑，潮湿时，子叶背面产生灰黑色霉层，随着病情发展，子叶很快变黄，枯干。成株期发病，叶片上初现浅绿色水浸斑，扩大后受叶脉限制，呈多角形，黄绿色转淡褐色，后期病斑汇合成片，全叶干枯，由叶缘向上卷缩，潮湿时叶背面病斑上生出灰黑色霉层，严重时全株叶片枯死。抗病品种病斑少而小，叶背霉层也稀疏。

调查方法：选早播、感病品种和田间湿度大易发病田进行调查。每块田采用对角线 5 点取样法，每点调查 50~100 株，每株调查主茎（距下端 10 片叶开始，向上查）10 片叶的发病情况。

表 10 _____ 霜霉病调查表									
调查日期	调查地点	农作物品种	播种时间	中心病株出现日期	调查株数	病株数	病株率 (%)	病情指数	备注

表 11 霜霉病系统调查记载表															
调查日期	调查地点	农作物品种	播期	生育期	调查株数	单株叶片数	病株数	病株率	各级严重发病株数					病情指数	备注
									0	1	2	3	4		

记载病情分级标准：

- 0 级：植株正常，无病；
- 1 级：植株发病叶片占全株展叶数的 1/4 以下；
- 2 级：植株发病叶片占全株展叶数的 1/4~1/2 以下；
- 3 级：植株发病叶片占全株展叶数的 1/2~3/4 以下；
- 4 级：植株发病叶片占全株展叶数的 3/4 以上。

耕作制度及有关资源的调查与辨识（耕作）

一、实验意义

耕作制度是在一定的自然条件和社会经济条件下形成的，合理的耕作制度能充分开发利用自然资源和社会资源以提高农业经济效益，满足社会需要，同时又能兼顾生态效益，实现农业可持续发展。一个地区耕作制度是现行社会发展的产物，随着农业现代化和社会主义市场经济的发展，耕作制度的变革及调整日益成为农业发展的重要问题。为此我们以石河子大学农学院教学实验场为例，通过对其耕作制度具体调查分析，是同学们进一步认识建立合理耕作制度对发展农业生产的作用，巩固和综合应用所学知识，培养调查研究、独立思考，分析问题与解决问题的能力。

二、实验目的

- （一）了解耕作制度的基本内容。
- （二）学习耕作制度及有关农业资源的调查内容与设计的一般方法。
- （三）综合应用所学知识分析问题，增进对耕作制度总体性的认识与综合运用能力。了解与耕作制度建立有关的主要农业资源即光资源、热量资源、水资源、土地资源、植物资源以及社会经济、科学技术、信息资源辨识常用的指标及其辨识方法。

三、实验内容

- （一）耕作制度调查

1. 作物种植制度的历史演变和现状

调查近十年来该单位的农作物布局、复种指数上的变化、现行的作物种类、面积比例、种植方式、经济效益, 间混套作的类型及田间配置、轮作与连作的方式等。

2. 与种植制度相适应的养地制度的历史演变和现状, 包括该地的土壤耕作、施肥、灌溉以及农田养护措施。

(二) 与耕作制度有关的农业资源调查与分析

1. 土地资源。包括地形、地貌、水文以及各种土地资源的面积与利用现状, 耕地、草地、林地、荒地资源的类型、面积、使用现状与改良方向。

2. 气候资源。包括光照、热量及降雨的数量、强度、季节分布及其变率与保证率。

3. 生物资源。主要调查当地现有的农业生物类型、品质资源与品种。包括大田作物、林木、果树、蔬菜、花卉等, 也包括适宜的家畜、家禽品种, 以及水生动植物等。

4. 水资源。包括地表水、地下水资源的数量、季节分布、年变率、水质状况以及水资源利用现状。

(三) 与耕作制度有关的社会经济条件调查分析

1. 农业现代化的水平。农业现代化水平主要指农业装备、农业技术及管理水平。农业装备包括农业机械化、水利化, 农药的施用量, 农油、农用电的拥有量与时间分配等。

2. 农业生产的社会经济因素。包括效益、价格、市场、经济结构、劳动资金、乡镇企业、工农剪刀差等因素。本调查着重生产的效益、结构和市场三个方面。效益包括两个方面, 某一作物或种植方式的经济效益及不同作物或种植方式之间的比较效益。结构包括农林牧副渔五业产值构成及种植业内部不同类型作物的产值比例。

3. 科学技术因素。包括农业技术人员配备、农民文化科学素质、新品种应用、农艺水平等。

四、方法步骤

(一) 在实验室内整理分析调查单位有关基础性资料, 如农业规划、土壤普查、农业生产统计、年度总结及抽样调查材料、气象资料、水文资料、生物品种资源调查资料等对拟调查的生产单位有一个基本的认识。

(二) 到有关部门访问, 补充基础性资料中缺少的数据与资料。主要走访农业部门、统计部门及生产负责人。上述两项内容可由负责实验课的教师预先完成部分工作, 学生只起熟悉调查方法与步骤的作用, 也可安排2—3天的教学实习, 将学生分组, 全部工作均由学生独立完成。

(三) 实地调查。调查记载地形、地貌、水文、植被, 耕地利用类型、作物分布、主要种植方式、农业现代化设备与装备情况, 并对基础性资料进行验证, 绘制作物分布与土地利用的示意图, 填写调查表。

(四) 典型调查。学生几人分一组, 每组选择2—3户, 详细调查作物布局、轮连作、间、套

作类型与技术、土壤耕作、施肥、灌水等内容,并认真地填写作业中相应的调查表格。

(五) 资料整理与分析。对收集、调查数据资料进行一次全面的核准与检查,对数据不准,或无法填写的内容标明其原因及弥补方法,对调查资料进行计算与分析。

五、作业

石河子大学农学院教学实验场耕作制度综合设计与评价。通过对数据资料整理分析,并与调查对象及研究单位相关人员讨论研究,在做深入、全面、系统分析按小组写出综合设计报告,其内容包括以下方面。

(一) 基本情况概述及对资源与现有耕作制度的评价

1. 该单位农业气候、土壤条件、生产条件、社会经济条件以及科学技术因素的特点是什么?与种植制度有什么关系?

2. 农林牧、粮经饲、夏秋粮等农业结构是否协调?

3. 复种间、套轮作方式的安排是否恰当?

4. 增产潜力与障碍因素何在?

5. 用地与养地的关系、生态平衡、经济效益如何?

(二) 耕作制度调整

1. 土地利用状况、耕地、林地、草地用地等。

2. 作物构成。

3. 复种指数,复种间套轮作方式。

4. 提高产量、培养地力,保持生态平衡,增加经济效益的重大措施。

(三) 调整方案的可行性鉴定

1. 资源利用效益, 2. 产量效益, 3. 能效益与水分、养分平衡, 4. 经济效益与市场, 5. 社会效益。

(四) 对于耕作制度中存在的问题进行分析,找出问题的症结所在,并对耕作制度的改革提出初步设想。

第四章 生产实习

土壤耕作及农田培肥制的设计与分析(耕作)

一、实验目的

改善农田肥力条件,不断提高肥力,是土壤耕作及农田培肥制的基本任务。在一个生产单位内部,因为作物及农田土壤类型的差别,不可能采用单一的耕作及培肥措施和方法。所以,在改善农田肥力条件,培肥地力,促进轮作期间的作物均衡增产方面,依照“气候—作物—土壤”协调一致的原则,因地制宜的制定土壤耕作方法及培肥措施组成轮作期间

的土壤耕作及培肥制是非常重要的。

本实验是在确定作物轮作方案的基础上，根据不同作物的要求及当地实际情况，学习土壤耕作及培肥制的拟订方法，使学生熟悉和掌握各项土壤耕作，农田培肥措施的组织及落实，为实际工作打下一定的基础。

二、实验方法及步骤

(一) 收集、研究资料

在拟订土壤耕作及培肥制时，应详细了解当地的自然条件，社会经济条件，各项作物栽培措施等，尤其要着重了解以下资料：

- 1. 种植制度和轮作倒茬方式，如播种、收获时期、栽培技术等。
- 2. 当地耕作技术主要经验，如土壤耕作的组织、划区、时间、耕作方法、能耗等，并重点掌握春播作物、秋播作物、填闲作物的土壤耕作措施、方法，深耕、浅耕和少免耕的应用及效果。
- 3. 气候条件，重点掌握早、晚霜期，结、解冻日期，耕作前后的气温等。
- 4. 土壤和水利条件，包括质地、耕作和生产技能，宜耕期长短等。
- 5. 施肥制度，包括肥料种类、数量、施肥时间、方法、利用方式、绿肥的种类、翻耕时间、方式等。
- 6. 农机具种类、数量，机械化程度等。
- 7. 田间杂草的种类、数量、危害程度等。

(二) 根据轮作制度编制土壤耕作及培肥计划表和执行技术说明书

在编制过程中应注意以下几点：

- 1. 各项土壤耕作及培肥措施应围绕作物轮作制安排，措施与措施之间要相互配合，为作物创造适宜的土壤条件。
- 2. 主要耕作措施——深耕、浅耕及少免耕等要根据情况适当安排，如深耕在整个轮作周期中，原则上是 2-3 年安排一次，并非每茬作物收获后都要深耕。
- 3. 土壤耕作措施与其他措施之间要密切配合，如与施肥、灌水等制度要配合。
- 4. 拟订土壤耕作制度，以播前措施为主，田管措施一般不必列出。
- 5. 应注意提高经济效益，在保证作业质量的前提下，降低成本，减少能耗，尽量减少作业（或进地）次数，如用联合作业。

土壤耕作制越具体，则越好组织实施。为了确保土壤耕作制计划表的正常实施执行，还须有一个实行技术说明书。

下面以伊宁县为例（表 1、2），伊宁县轮作方式：冬小麦/草木犀→玉米，编制出该轮作方式的土壤耕作及培肥计划表和执行说明书。

表 1 土壤耕作及培肥计划表

季节	小麦/草木犀	玉米
----	--------	----

春	春耙结合春播草木犀，结合灌水，春耕春灌后播种玉米
	追肥尿素 10 公斤/亩左右
	机收小麦（留茬 20 cm 左右），麦中耕、除草 2—3 次，8 月
夏	收后快速清田，灌水 3 次，促进上中旬追肥尿素 15 kg 左
	草木犀的生长右，灌水 3—4 次。
	早霜后割草木犀，茎叶晒成干草，翻收、秋翻、秋灌、耙地
秋	将肥大的肉质根翻茬做绿肥（翻后播冬小麦
	耕深度 25~28 cm）
冬	冬灌

表 2 执行技术说明书：

	作业项目：春耙及播种草木犀，晚秋、深翻、绿肥
小麦	作业时间：2 月底-3 月上旬；10 月中、下旬
/草	质量要求：耙深 5-8 cm，播种深度 25-28 cm，对绿肥覆盖要好
木犀	机具：钉齿耙，五铧犁
	作业项目：春耙；中耕；秋耕；冬麦播前整地；冬麦播种
玉	作业时间：3 月中旬；5-6 月；9 月中旬；9 月中下旬；9 月底 10 月
	初
米	质量要求：耙深 7-12 cm，2-3 次；深度 15 cm；深度 8-12 cm；播深
	4-5 cm；结合追肥；要平整松碎；种肥表土要松碎，培土灌水，除
	草不能伤苗
	机具：圆盘耙，中耕追肥机，五铧犁，圆盘耙+钉齿 24 行播种机

三、作业

（一）拟订伊宁县主要轮作方式：小麦/草木犀→玉米→甜菜→油料作物的土壤耕作及培肥计划表和执行说明。

（二）拟订石河子地区主要轮作方式：小麦—油葵→棉花→玉米的土壤耕作及培肥计划表和执行说明。

主要作物的播种技术和机播质量要求（蒋桂英）

一、目的

播种是作物种植生产中主要的环节，是实现早、全、齐、匀、壮苗的基础。作物种子发芽出苗对土壤的温度、水分及疏松程度等条件要求较严格，所以播种是一项技术性很强的工作。提高播种质量，保证一播全苗，可为作物合理密植和田间管理创造条件，有利作

物增产。本次实习要求掌握新疆主要作物播种技术的质量要求及播种质量的检查方法。

二、内容说明

（一）作物机械播种的工作原理

作物机械播种机的类型按其工作原理可分两大类型，机械式播种机和气吸式播种机。

1. 机械式播种机的工作原理

机械式播种机一般由种子箱、排种器、输种管、开沟器、覆土器、镇压轮等工作部件，以及机架传动装置、调节机构、行走轮等辅助装置组成。工作时，施肥装置首先开沟将肥料施入种沟内侧，然后排种器将种子箱内的种子成穴或单粒的排出，经导种管流入开沟器所开出的种沟内，再由覆土装置覆土。驱动轮通过传动链条带动排种器转动。驱动轮除传递动力外，也是单组的仿形轮。采用这种传动方式，结构简单，还可以与农机前进速度保持同步，从而使播种的株(穴)距一致。驱动轮和排种器之间有确定的传动比，通过改变传动比可以调节株距或播种量。

2. 气吸式播种机的工作原理

气吸式播种机作为气力式精密播种机的一种重要组成形式，具有不伤种子、对种子外形尺寸要求不严、整机通用性好、作业速度快、种床平整、籽粒分布均匀以及出苗整齐等优点。气吸式播种机是应用气吸原理进行排种的，它的排种圆盘不是水平放置而是垂直安装在种子箱底面，一侧与种子室的种子相接，另一侧与弧形气吸室相接，在排种圆盘上开有小孔为气流通道。排种盘上装有搅拌轮，以防种子架空，并压紧排种盘减少漏气。在种子室内还装有剔种刀，工作时可以剔除多余的种子。气吸室和风机相连，风机工作时使气吸室产生真空度，因而造成排种盘两侧压力差，在压力差的作用下，种子被吸附在吸种孔周围。由于排种盘的转动，当吸种孔带着种子通过刮种板时，多余的种子便被刮掉，使每个吸孔上只保留一粒。当排种盘转到吸气室以外时，由于失去了对种子的气吸作用，种子便靠自重落下，通过输种管进入种沟。排种盘继续旋转，由毛刷刷净吸种孔，吸种孔再次进入气吸室，又在压力差的作用下吸附种子，如此循环连续进行排种。

3. GPS 导航定位播种机的工作原理

GPS 导航定位播种机集 GPS 导航、电控液压转向、作业机具自动升降、油门开度自动调节、遥控点火起步和紧急熄火停车等多项自动化功能为一体，是精准农业机械装备的一个重要组成部分。其通过播种机上的自动控制装置，由车载 GPS 确定播种机的田间位置，将位置信息通过串行接口传送到计算机中，计算机将数据库中的播种数据与田地位置信息相结合，向变量控制器发送指令，变量控制器控制电控无级变速器改变播种机传动比，达到精准播种的目的。其优势表现为提高播种质量，做到了播行笔直，便于后续作业打顶、施肥和收获等工作的开展；其次减轻了驾驶员的劳动强度，第三是产量可以提高 3%。GPS 导航定位播种机能够很好地解决作物播种时多年来“播行端直、接茬准确”达不到的难题”

（二）小麦播种质量的检查

作物播种技术主要包括适时播种、适当播量、适宜播深、合理的种植方式和播种质量等。为保证播种技术顺利实施，应做好播前各项准备工作：

1. 播前土壤准备：在冬前深耕和灌好底墒水的情况下，根据春播作物播种的先后顺序，提前做好整地保墒，以保证适期播种，提高播种质量。整地要求达到齐、平、松、碎、净、墒“六字”标准。播种时，土壤水分应保持在田间持水量的 70%~80%。

2. 种子准备：选好品种。做好选种、晒种和包衣或药剂拌种。

3. 播种机的调整：播种机上一般都有播种量调整和指示装置，调整好以后所指示的播种量一般为单位面积上播种的种子重量。但是，由于拌种方法、播种行距等的调整，所指示的播种量与实际播种量不一定完全符合，因此应进行调整。调整可分 2 步进行。一是播种前调整，二是在播种时进一步调整。

（1）播种前调整 把播种机行走轮架起，转动行走轮到一定转数后停下，检查播种管排种量与计划播种量是否相符。反复做 2~3 次，直到调整达到相符时为止。然后把排种轮固定好。

a. 转动播种机行走轮时播种管应排出种子的重量，可用下式计算：

$$\text{行走轮转}n\text{转的排种量} = \frac{n \times \text{计划播种量 (kg/hm}^2\text{)} \times \text{行走轮周长 (m)} \times \text{播种机工作幅 (m)}}{10000(\text{m}^2/\text{hm}^2)}$$

b. 用拖拉机牵引播种机走一定距离，把排种管排下的种子收集起来，用下列公式计算调整：

每米行长应播的种子粒数 = (计划播种量 (kg/hm²) × 每 kg 种子粒数 × 行距 (m)) / 10000

（2）播种时调整 由于整地质量的关系，播种机工作时播种量有所变动。要根据每米行长实际落粒数进一步调整播种机的排种量，以保证要求的基本苗数。

4. 适期播种：“不违农时，适时播种”是作物壮苗的基础，也是增产的关键措施之一。依据春播作物的播期，播种大体顺序如下：油菜、大麦、春小麦、甜菜、玉米，棉花与春玉米播种时间大体相同，最后播种水稻。

对冬小麦而言，一般在日平均气温 16~18℃时播种，春小麦 5cm 土温稳定在 2~4℃时播种；油菜播种时要求 5cm 土温稳定在 12~14℃；甜菜播种时要求 5cm 土温稳定在 5℃；玉米播种时要求 5cm 土温稳定在 10~12℃；棉花播种时要求 5cm 土温稳定在 12~14℃。

5. 播种量的确定：合理密植是作物增产的有效措施。作物播种量的多少应根据种植地区的生产条件、品种特性、种子质量和种子大小等来确定。

小麦、油菜等密植作物的留苗密度较大，行距一般为 15~30 cm，播种量通常为留苗密度的 1~2 倍。玉米、棉花、甜菜等中耕型作物，行距一般为 35~55cm，播种量则需比种植密度大 2 倍以上，滴灌种植下可精量播种。

小麦一般按以下公式计算：

播种量 (kg/hm²) = 要求的基本苗数 (万/hm²) ÷ (每 kg 种子粒数 × 田间出苗率)

表 1 春播作物通常播量和留苗密度一览表

作物	播量 (kg/hm ²)	播期 (旬/月)	留苗密度 (万株/hm ²)
油菜	4~6	中~下/3	45~60
春大麦	200	中~下/3	525~675
春小麦	300~345	中~下/3	525~675
玉米	45	上~中/4	9~10.5
甜菜	15~20	上/4	7.5~9
棉花	2~2.5	中~下/4	22.5~27

6. 播种方式

作物的播种方式一般分条播、点播和撒播等。条播呈带状种植，用机器或人工种植，行距随作物不同而定。密生作物行距通常较窄小，中耕作物行距则较宽大；点播又称窝播或穴播，一定的株距成点（或窝）种植，每窝（或穴）播 1 粒至数粒种子，视作物不同而确定株距；撒播又叫满天星播种，不规定株行距，使作物植株均匀分布，撒播不利于机械作业，仅在直播水稻的地区少量采用此种种植方式。

新疆小麦的播幅为 3.6 米，24 行谷物条播机，行距 15cm，滴灌小麦一管四配置，行距为 12.5+20+12.5cm。新疆棉花种植宽窄行配置，一般机采棉行距为 66+10cm，株距为 10~12cm，采用三角留苗法。新疆玉米同样采用宽窄行配置，目前滴灌玉米行距主要有两种方式，一种为 40+70cm，还有一种为 30+90cm，株距 15~16cm。

7. 播种深度

单子叶作物幼苗顶土力较强，覆土可稍深些，如麦类播深 4~5cm，双子叶作物的幼苗子叶常带出地面，宜浅些，如棉花、甜菜等覆土 2~3cm。另外要注意到：粘性土稍浅，沙性土稍深；土壤湿度大宜浅，土壤湿度小宜深；小粒种子宜浅，大粒种子宜深。

一般新疆小麦的播深为 4~5cm，棉花的播深为 3~4cm，玉米的播深为 5~7cm，甜菜的播深为 2~3cm，油菜的播深为 2~3cm，加工番茄的播深为 2~3cm。

8. 播种质量要求

机械播种作业质量，应达到下例几点要求：

- (1) 播行端直，不能出现蛇形弯曲，地头不可出现喇叭口现象。
- (2) 下籽均匀，每行下种量不得超过规定的 ±5%。
- (3) 接行准确，不重播，不漏播，两个相邻播幅间的连接行误差不超过 2cm。
- (4) 行距固定，播种行距间偏差不得超过 1cm。
- (5) 播深一致，播种覆土深度的偏差不得超过规定的 0.5cm。
- (6) 覆土良好，无露籽、浮籽、不开天窗。

(7) 镇压确实，播行覆土严实，带镇压器作业。

(8) 全田整齐，播到头，播到边，全田满苗。

9. 播种质量的检查

无论机播还是点播，都要进行播种质量检查。主要检查播种量多少、播种深度、覆土情况、有无漏播、重播，播种机的划印器是否合适，行距是否符合要求等。对播种量的检查，可在播种机走过之后，沿播种沟把覆土扒开，量一定长度，数一数落粒数，计算播种量是否合适，并测量播种深度。如不符合要求，应进一步调整，确保播种质量。以条播作物为例说明如何检查作物的播种质量。

(1) 播种量的检查

1) 检查每米行长的下籽数（以小麦为例）

首先，按种子的千粒重和计划每亩的播种量，计算出每亩播种的总粒数。

如小麦某一品种的千粒重 45g，1kg 种子为 2.5×10^4 粒，计划每亩播种量为 20kg，一亩共播种 $2.5 \times 10^4 \times 20 = 50 \times 10^4$ 粒；

按作物播种的行距，计算出这种行距每亩的行长。如 0.15m 等行距，一亩行长为 $666.7\text{m}^2 \div 0.15\text{m} = 4444\text{m}$ ；

最后，以每亩播种的粒数除以一亩行长，得出每米行长的下籽粒数。 $50 \times 10^4 \text{ 粒} \div 4444\text{m} = 112.5 \text{ 粒/m}$ 。

随后在播种过的行上仔细扒去覆土，认真数清实际下籽粒数，可随机取点检查数个 1m 行长，求出平均数。与计划下籽数比较，如偏差不超过 $\pm 5\%$ ，则为合格。超过此值应调整播量至符合要求为止。

2) 检查播种机一定距离内的实际下种量

将播种的种子称重后，加入播种箱内，测量播种机的播幅，在丈量播种条田的长度，并计算出播种机在地内运转一圈或数圈的面积，最后把播种箱内，剩余的种子过秤，按实际播种量和播种面积计算每亩播种量。以此和规定的播种量比较，偏差超过 $\pm 5\%$ 则应调整。

例：小麦某品种计划每亩播种量为 20kg，称取 200kg 种子加入播种箱，如条田长度为 800m，播幅为 3.6m，播种机运转一圈的面积：

$$(800 \times 3.6 \times 2) / 666.7 = 8.65 \text{ (亩)}$$

现有种子箱内剩下种子 20kg，则平均每亩用种量为 $(200 - 20) / 8.65 = 20.8\text{kg}$ ，实际用种量和计划用种量比较为合格。

$$(20.8 - 20) / 20 = 4\%$$

(2) 覆土深度检查

检查播种深度时要仔细把播种行上的覆土向两边扒开，见到种子再将尺子直立于种子处，垂直于原地面，观察覆土深度是否合适。偏差不得超过 $\pm 0.5\text{cm}$ 。

(3) 连接行的检查

在两相邻的播幅间，检查连接行的距离是否符合要求，相差不超过 2cm 为合格。

三、作业

（一）以任一作物为例，分析作物一播出全苗的技术要点。

（二）新疆棉花播种时，如何检查播种质量。

主要秋收作物机械收获质量检查（罗宏海）

一、目的

学习和了解小麦、玉米、棉花、甜菜、加工番茄等大田作物机械收割质量要求和质量检查内容，掌握其机械收割质量检查方法。

二、内容说明

（一）小麦康拜因收割质量检查

小麦收获是生产中的重要环节，小麦收获的季节性很强，最适宜的收获期大约只有 5~8 天，新疆多数地区小麦收获都是在盛夏时节，此时天气干燥，常出现大风天气，如果收获不及时落粒掉穗损失很大。由于收获时间段，工作量大，收获季节劳动力不足，因此采用机械（康拜因）收割的更加重要。康拜因能一次完成小麦的收割、脱粒分离和清选，具有生产率高、损失小、机械化程度高和作业质量好等优点，能及时收获小麦，但对其使用技术要求比较严。为了能更快、更好、保质、保量地完成机械收获，提高作业质量，减少损失，在作业中应及时进行质量检查，并根据检查结果进行调整，使康拜因处于最佳工作状态。

小麦机械（康拜因）收割质量检查有以下几项内容：

1、割茬高度

要求割茬高度均匀一致，一般要求小于 20cm，这有利于收回足够数量的麦草，也有利于随后的浅耕灭茬和翻耕，如果不符合要求可以调整收割台仿形托板的位置。对于倒伏小麦，作业时应尽量降低收割台高度。

2、落粒掉穗

小麦如成熟过度，收割过晚，加之气候干燥或麦田出现倒伏现象，收割时不可避免地会产生落粒、掉穗和漏割等现象。有些口松的品种落粒则更加严重。因此，对收割台高度等应及时调整。按收割质量要求，每 1m² 掉穗一般不能超过 1 个。

3、脱净率

是指小麦穗经过脱粒装置后脱净的程度，常用经过脱粒装置脱下的籽粒的重量与喂入籽粒重量的百分数来表示。脱净率要求在 99%以上，如不符合要求，可调整滚筒转速和间隙。

4、破碎率

是指经过脱粒装置后籽粒的破碎程度。用退下的籽粒中破粒、裂纹、破壳的籽粒总重量与脱下来的籽粒总重量的百分比来表示。破碎率要求小于 3%，如不符合要求，可调整滚筒间隙。

5、糠含率

可用每 kg 糠里面所含的籽粒数来表示。二者的要求分别为小于 150 粒，小于 0.3%。它反映了收割小麦时的损失情况。影响因素有：

- (1) 收割台落粒掉穗和自然落粒
- (2) 清粮装置筛子和风扇调整不当
- (3) 分离装置抛出茎秆内夹杂有籽粒或未脱净的麦穗

质量检查不符合要求时，可视具体情况通过以下途径进行调查：

- ①调整拔禾轮的转速和位置，或换上锋利的割刀。
- ②调整风量、风向、筛子倾斜度、筛孔大小（调整鱼鳞筛开度或换筛子）
- ③调整滚筒转速和滚筒间隙，或减少喂入量。

（二）棉花机械采收质量检查

棉花收获是棉花生产中十分重要的环节，也是耗费劳力最多的作业环节。人工采收棉花日均工效 60 公斤籽棉，为此需耗费大量人力、物力、财力完成采收作业并由此带来许多社会经济问题，人工采收棉花已成为棉花规模化生产的严重障碍。棉花收获机械化是一项系统工程，其涉及到棉花品种、农艺栽培措施、田间生产管理、残膜回收、化学脱叶催熟、机械采收、棉花清理加工、皮棉质量标准等诸多环节，才能实现棉花机械采收的高产高效。

1、农艺栽培技术

机采棉种植的基本方式为（68+8）cm 和（66+10）cm。为适应采棉机采收结构而提出的（68+8）cm 带状种植方式，具有使采棉机进行一次性采收作业，利于发挥采棉机效率，采棉机作业过程中撞落棉损失小等特点，并保持了常规种植方式的产量水平。根据（68+8）cm 种植方式改进的（66+10）cm 的种植方式，更加充分地体现新疆棉花密植的特点，将会有更好地产量表现。

2、棉花化学脱叶催熟技术

化学脱叶催熟处理，是采棉机采收前必不可少的技术环节，也是减少籽棉含杂率、提高棉花品质、保证棉花产量的技术保障。

脱叶剂脱叶机理：药剂发生药效作用时，在棉花叶柄基部形成断离层，棉叶枯萎前在外力（风力）和自重的作用下脱落，避免绿叶对棉花的污染。由于现有的棉花品种吐絮集中性较差，因此在脱叶时必须配以适量的催熟药剂。但是催熟剂的作用将使棉叶枯萎而不脱落，造成籽棉含杂率的升高，所以应注意催熟剂的用量。

化学脱叶催熟的效果与喷施时的温度、湿度及药剂用量密切相关，棉花品质与喷施药剂时的棉花吐絮率相关。一般要求棉花吐絮率达到 40%~60%时即可进行喷施作业，施药时

10 天内平均气温应高于 20℃，相对湿度应在 60%以上。脱叶催熟剂的用量一般为 20~40 克，具体用量根据施药时棉花生长和气温情况确定，一般气温在 25℃以上时使用低剂量，气温在 18~20℃时使用高剂量。施药后 20~30 天吐絮率和脱叶率可达到机采要求的 90% 以上。

正确选择和使用脱叶剂喷施机具是提高作业效率和脱叶效果的有效手段，在机采棉技术推广中主要应用的是以色列生产的高地隙袖筒式喷雾机和飞机喷洒，高地隙袖筒式喷雾机喷施效果好，生产效率高，但是受种植模式的影响，容易压倒棉桃；飞机喷洒作业效率高，作业时间集中，可在短时间内大面积喷施，而且不损伤棉桃，但是受农田林网化、高压线路和飞行高度的影响，作业质量较差，棉株上部脱叶较好、中部略差、下部较差。

3、机采棉贮运技术装备

棉花收获机械化技术要求机械采收的籽棉即采即轧，只有这样才能保证棉花的品质不会降低过多。目前，采用的采收籽棉散装运输方式，耗费辅助劳力多、且运输效率低下，籽棉集中堆放，占用场地大，贮存期过长等不利于机采棉技术的规模化发展运用。近两年的生产实践也表明：籽棉的散装运输方式与扩大机采棉收获面积、保证皮棉品质之间存在着矛盾，必须进行改进。

发展棉模贮存、运输、喂入技术装备可解决机械采收、贮存、运输等制约因素，同时也有利于加工厂提高生产效率，降低生产成本，形成“机械采收→棉模贮存→棉模运输→自动喂入”的高效作业系统。

（三）玉米机械采收质量检查

玉米机械收获是玉米生产全过程机械化的关键一环。玉米收获机械化技术是指在玉米成熟时，根据其种植方式和农艺要求，用机械来完成对玉米的茎秆切割、摘穗、剥皮、脱粒、秸秆处理等工序的作业技术。这些工序一次完成称为联合收获。由于我国玉米种植农艺特殊，依据自然条件形成了行距 35-70 cm 不等的种植农艺，给玉米机械化收获带来了极大的困难。因此，我国玉米收获机械的研制走过了艰难的历程，20 世纪 60 年代初期，我国开始进行玉米收获机械技术的引进、吸收和理论研究工作，但是没有成型的生产；从 20 世纪 70 年代中期开始，全国开始引进、仿制和改进国外机具，试制成功玉米收获机械 20 余种。从 90 年代开始，全国掀起了玉米收获机械研制的浪潮；到 20 世纪末，从事玉米联合收获机研究和制造的单位有近百家公司之多，玉米收获机机型已经有 120 余种。目前我国玉米收获机械产品主要有以下几个类型。

1、自走式机型

机具大多采用板式摘穗机构，有收获 2、3、4 行等机型，其中收获 3 行机型最为经济适用。该机型具有结构紧凑、配置合理、操作灵活、作业效率高、产品功能全、籽粒损失小、生产效率高等特点。2 行和 3 行收获机一般具有摘穗、果穗收集、茎秆粉碎还田功能，有的 3 行和 4 行收获机，在此基础上还增加了剥皮和茎秆回收功能。但其价格较高，不

适应小地块作业。此类机型的销售用户主要是东北地区和新疆、内蒙古以及一些大型农场。因为技术含量高，利润较高，所以是各厂家主要开发的产品。

2、牵引式机型

与拖拉机配套使用，是延续 20 世纪 80 年代后期的产品不断改进形成的，它适合大面积地块作业。可一次完成多行玉米的摘穗、果穗集箱、秸秆粉碎处理作业。其产品的性能很可靠，社会保有量大，配件通用性高，但结构复杂，技术相对较落后。例如，4YW-2 型收获机可以与 55.8 kW 拖拉机配套使用，它是由中国农机院和黑龙江省赵光机械厂共同研制的，行程是 2 行，行距是 70 cm，具有剥皮、摘穗、果穗装车、茎秆粉碎还田等功能。

3、悬挂式机型

悬挂式机型主要有 1 行、2 行和 3 行三种机型，它们都可以与不同型号的拖拉机配套使用。1 行收获机大多数是侧悬挂式机型，它可与 11-22kW 的小四轮拖拉机配套作业，可以适应多种玉米种植行距，缺点是收获时不能自行开道；2 行收获机有的是侧悬挂式，有的是正悬挂式，它可与动力为 50 型拖拉机配套；3 行收获机大多采用正悬挂式，可与动力为 60 型、70 型或 80 型拖拉机配套使用。悬挂式机型具有小巧灵活、价格低等特点，不仅使用后便于停放，而且与其配套的拖拉机在收获结束后可以用于整地等农村小面积的田块作业。这种机型使用方便、结构简单、效率高，深受地块面积小的农民喜欢。

目前我国机收玉米以摘穗为主，但机收粒是未来玉米机械收获的发展趋势，制约玉米机械收粒推广应用的主要因素是适应机械收粒的品种和与之配套的栽培技术，以及经营模式。玉米在收获时必须在实际情况中来统筹考虑，综合研究、系统考虑玉米收获的各个环节，为了实现玉米的全程机械化，应当以玉米机械收获为重点，具体问题具体分析，在一些比较容易的环节和地区不断的寻找突破，实行科学引导与示范，进而提高技术层级。随着农业机械化水平的不断提高，玉米生产所走的环节必须要适应这种趋势，把机械作业与农艺措施有机地结合起来，形成适于玉米机械化作业的规范的标准种植体系。它要以低成本、高劳动生产率、较轻的劳动力作业强度为目标，优化配置种植形式及栽培耕作技术，逐步形成几类典型的种植模式，并巩固稳定的发展。玉米规范化标准种植体系能促进机收，同时玉米机收也能促进规范化种植，二者相互依存达到实现玉米高产高效的目的。

（四）甜菜机械采收质量检查

甜菜收获机械的作业工序主要包括清除茎叶、挖掘块根、清理输送和捡拾装载等。

1、分段收获法

用切顶铺撒机或切顶集条机切下顶叶铺撒在地面或堆集成条，然后用甜菜挖掘集条机将块根挖起并堆集成条后清理、分类和装运；

1、联合收获法

用甜菜联合收获机一次完成切顶、挖掘块根、清理输送等项作业，然后直接将块根装入挂车。各项作业质量指标值是在下列作业条件下确定的：（1）土壤含水率在 20%以下；（2）

甜菜长势正常，结块深度相差小于 5%；（3）垄距一致，株距变异系数小于 8%。具体指标如下。

① 甜菜挖掘机作业质量指标 块根损失率 $\leq 5\%$ ；块根损伤率 $\leq 5\%$ ；块根堆放质量为整齐。

②甜菜联合收获机作业质量指标 块根损失率 $\leq 5\%$ ；切顶合格率 $\geq 85\%$ ；块根含杂率 $\leq 7\%$ ；块根损伤率 $\leq 5\%$ 。

（五）甜菜机械采收质量检查

加工番茄是新疆的主要经济作物之一，2004 年种植面积首次突破 6.67 万 hm^2 （100 万亩），近年来种植面积不断扩大，但是目前新疆加工番茄主要依靠人工多次采摘方式收获，需要投入大量的劳动力。人工采摘效率低、劳动强度大，加之劳动力成本逐年增加，采收期劳动力紧张等阻碍了番茄产业的持续发展。为了适应现代加工番茄产业的发展，2007 年起，新疆各番茄加工企业纷纷引进国外先进的技术和设备，大力推进加工番茄机械化种植和采收。一台采摘机每天能采收 2.0~3.3 hm^2 ，相当于 200~300 个人的工作量,机械化采摘每 667 m^2 可降低采收费 240 元，同时大大提高了劳动效率，为番茄制品生产企业提供了充足的优质原料，从而使产品质量得到提升。

三、材料与用具

正在机械收获小麦、棉花、玉米、甜菜、加工番茄的现场。谷物水分测定仪、钢卷尺、10~15 kg 杆秤、粗天平、包布（约 9 m^2 ）、小布袋、计数器、数种板。

四、方法与步骤

（一）小麦机械采收质量检查

1、割茬高度检查

在田间取有代表性的 5 个点，用钢卷尺测量割茬高度，然后求其平均值，所得结果看其是否符合要求：

割茬高度（cm）=各次测量之和（cm）/测量次数

2、落粒掉穗检查

在收割后的地段，随机选择 4~5 个有代表性的点，在每个点上框出 1 m^2 的面积收集掉落的麦粒、麦穗和漏割的麦穗，将收集起来的麦粒从穗子上搓下来的麦粒加在一起，称其总重量，计算出每 hm^2 损失的 kg 数及其百分数（%）

3、脱净率检查

测定时，在田间任意抽出 10 穗经过脱粒的穗头，然后数出 10 穗上未脱去的籽粒数，若超过 3 粒即为不符合质量要求；或者是在田间任意抽出 10 穗经过脱粒的穗头，找出其尚未被脱去籽粒，用粗天平秤取籽粒重量（M1），在任意在田间抽出 10 穗未经脱粒的穗头，去除颖壳后用粗天平秤取籽粒重量（M2），即可算出脱净率

脱净率（%）=[（M2-M1）/M2]×100%

4、破碎率检查

一种方法是在康拜因出粮口任意取 100 粒小麦籽粒，数出破碎籽粒的数量（A）即可算出破碎率。

$$\text{破碎率}(\%) = (A/100) \times 100\%$$

另一种方法是在出粮口任意取出一定量的小麦，用天平称出重量（A1），然后挑出破碎的籽粒，天平秤取重量（A2），即可得之：

$$\text{破碎率}(\%) = (A2/A1) \times 100\%$$

5、糠含量的检查

简单方法就是直接在康拜因后面用包布接高秆筛和鱼鳞筛筛出来的秸秆，除去长秸秆后用 10~15kg 秆称重，然后去除麦糠后数出其中所含有的籽粒数，计算出每 kg 糠中含有的籽粒数，如不超过 150 粒/kg 糠，即为符合要求。

另一种方法是把包布铺在埂子或毛渠四角，用土块压好，等康拜因从其上过去后去掉包布上较长的秸秆，收起包布，称取所收糠的总质量（B1），然后去除糠后用天平秤取籽粒重量（B2），进行计算：

$$\text{糠含率}(\%) = (B2/B1) \times 100\%$$

小于 0.3%为符合要求。

（二）棉花机械采收质量检查

1、基本情况调查

主要调查条田的种植模式、株行距配置、收获密度。

2、叶片脱落率和吐絮率

每个条田选取 3 个调查点，每个调查点选有代表性的连续棉株 10 株，统计叶片脱落情况和棉铃吐絮率；叶片脱落分为 ①干枯未脱落，指叶片也已干枯但还未脱落，②半脱落，指已从植株脱落，但还仍落在棉絮上未落在地上。

3、机采棉采净率

每个条田选取 3 个调查点，统计遗留棉、撞落棉的数量和重量。

4、机采棉杂质率

待机采后收取 900 g 籽棉，装袋，检测杂质含量。

（三）玉米机械采收质量检查

1、样区选择及植株性状、理论产量测定

选择正在机收粒的田块，从田内选择长势均匀一致、无缺苗断垄处做为样区，在未收割前数计该区 10 米行长的株数计算样地的收获株数，连续选取 10 株，测量植株高度、穗位高度、数计穗粒数、穗行数，取下全部果穗称量果穗籽粒重，计算种植密度及理论产量。

2、行距测定

在田块里测量 10 行玉米的行距，重复 3 次，取平均值。

3、机型、机收速率测定

调查收割机机型和购买时间；测定样区内收割 50 米长样段的用时，计算收割速率；

4、产量损失率测定

在该样段选取 3 个样点，每个样点取 2 米长一个割幅宽（5-6 行玉米），收集每个样点的落穗和落粒，测定单位面积的落穗重和落粒重，计算产量损失率；

5、籽粒含水量、破碎率和杂质率测定

在收割该样段后，从收割机粮仓内取收获的籽粒样品 2kg，用谷物水分测定仪测定含水量，重复 5 次，取其平均值，然后手工分拣完整粒和破碎粒以及杂质，按重量计算籽粒破碎率和样品杂质率，数计完整样品的千粒重。

（四）甜菜机械采收质量检查

1、取样方法及检测点位置和取样单元的确定

（1）检测地块大于 1 hm² 时，沿地块长宽方向把地块划分成 4 块，随机选取对角的 2 块作为样本地块。在样本地块内随机选取 5 点作为测量基准点。

（2）检测地块小于 1 hm² 时，直接作为样本地块，在样本地块内随机选取 5 点作为测量基准点。

（3）从各检测基准点开始，沿垄方向取长度 20m、宽度为一个作业幅宽的面积作为检测的取样单元。

2、甜菜收获机械作业质量检测方法

（1）作业质量指标的测算

①块根损失率

在各取样单元内分别收集漏挖、埋藏、捡拾输送损失的块根，分别称其净质量，并根据收获的块根质量和与其对应的取样单元，计算单元面积内收获的块根总质量。再计算各取样单元块根损失率，并计算平均值。

$$K_s = (W_1 + W_m + W_j) / W \times 100\%$$

式中：K_s 为块根损失率，%；W₁ 为漏挖块根质量，kg；W_m 为埋藏块根质量，kg；W_j 为捡拾输送损失块根质量，kg；W 为块根总质量，kg。

②块根含杂率

在各取样单元内将机器收获的全部样品称其质量，清除全部杂质，称其杂质质量，计算各取样单元含杂率，并计算平均值。

$$K_z = W_z / W_y \times 100\%$$

式中：K_z 为块根含杂率，%；W_z 为杂质总质量，kg；W_y 为样品总质量，kg。

③切顶合格率

在各取样单元内测定机器收获的全部块根总数和切顶合格的块根数，计算切顶合格率，

并计算平均值。

$$K_h = Q_h / Q \times 100\%$$

式中：K_h 为切顶合格率，%；Q_h 为合格块根数；Q 为块根总数。

④块根损伤率

将机器收获到的样品清除全部杂质，然后称出块根净质量，再从块根中选出损伤的块根称出质量，计算块根损伤率，并计算平均值。

$$K_g = W_g / W_h \times 100\%$$

式中：K_g 为块根损伤率，%；W_g 为损伤块根质量，kg；W_h 为收获的块根质量，kg。

⑤块根条（堆）放质量

观察各取样单元堆放情况，块根条（堆）宽度小于块根捡拾机工作幅宽，不需要人工整理即可捡拾的为整齐，否则为不整齐。

（五）加工番茄机械采收质量检查

1、取样方法及检测点位置和取样单元的确定

（1）检测地块大于 1 hm² 时，沿地块长宽方向把地块划分成 4 块，随机选取对角的 2 块作为样本地块。在样本地块内随机选取 5 点作为测量基准点。

（2）检测地块小于 1 hm² 时，直接作为样本地块，在样本地块内随机选取 5 点作为测量基准点。

（3）从各检测基准点开始，沿垄方向取长度 20m、宽度为一个作业幅宽的面积作为检测的取样单元。

2、加工番茄收获机械作业质量检测方法

（1）果实损失率

在各取样单元内分别收集漏采、捡拾输送损失的加工番茄，分别称其净质量，并根据收获的果实质量和与其对应的取样单元，计算单元面积内收获的果实总质量。再计算各取样单元果实损失率，并计算平均值。

$$K_s = (W_l + W_j) / W \times 100\%$$

式中：K_s 为块根损失率，%；W_l 为漏采加工番茄质量，kg；W_j 为捡拾输送损失加工番茄质量，kg；W 为加工番茄总质量，kg。

（2）果实含杂率

在各取样单元内将机器收获的全部样品称其质量，清除全部杂质，称其杂质质量，计算各取样单元含杂率，并计算平均值。

$$K_z = W_z / W_y \times 100\%$$

式中：K_z 为果实含杂率，%；W_z 为杂质总质量，kg；W_y 为样品总质量，kg。

五、作业

（一）将收割质量检查情况填入表

表 1 小麦收割质量检查表

条 田 号	次数	面积	车型	检 查 时间	割 茬 高度	籽粒损失				
						糠 含 率	脱 净 率	破 碎 率	落 粒 落 穗	合计

表 2 棉花机械采收质量检查表

条田号	品种	面积	收获密度	采净率	杂质率

表 3 玉米机械采收质量检查表

品种	理论产量	种植密度	机收速率	产量损失率	籽粒含水量	破碎率	杂质率

（二）对小麦、棉花、玉米、甜菜和加工番茄等机收质量作出评价，如检查结果不符合要求，请分析其原因，并说明机具应如何调整？

作物土壤耕作质量调查（耕作）

一、 目的

土壤耕作在作物生产中是一项重要的农业技术措施，它的作用是多方面的，其实质是借助耕作农具作用于土壤。通过改变土壤的物理状况和地表状况，从而改变耕层结构，协调肥力因素，以不断满足作物对生长条件的需要。但是只有在正确执行土壤耕作的农业技术要求下，土壤耕作才能产生良好的作用，如果不能达到土壤耕作应有的质量要求，不但不能充分发挥土壤耕作的良好作用，甚至回产生相反的作用。土壤耕作质量的检查是保证正确进行土壤耕作的技术措施，它的主要目的，一是及时记录土壤耕作的状况，客观评测土壤耕作质量；二是通过质量检查，及时纠正不符合技术要求的现象，保证土壤耕作质量；三是通过质量检查，发现对于不正确的土壤技术而造成的不良后果，能及时采取弥补措施，在我国各地土壤耕作中，耕地、耙地及中耕是常用的，比较重要的土壤耕作措施，应着重掌握这三项措施的质量检查方法和技能。

二、实验内容

（一）耕地质量的检查与评价

耕地、翻地、犁地是土壤耕作的基本措施它对土壤的影响较大，其他土耕措施是在耕地的基础上进行的，因此，耕地质量的好坏影响其他土壤措施的效果，为此必须严格进行

耕地质量的检查。

1. 耕地的组织工作:

一个生产单位在耕地前，必须根据任务及每个条田土壤的耕性，有计划的组织耕地，把提高耕地质量的工作寓于组织工作之中。

(1) 有计划的安排耕地前各条田块的灌溉次序及用水量等，争取都在土壤宜耕期进行耕作。

(2) 按 50-80 m 的宽度划分每个犁区，一经划定，不宜经常变动。

(3) 每个犁区在年间（或年内）实行内翻法与外翻法交替进行，避免造成沟或垄。在几个犁区之间，最好采用内外翻法相结合进行，减少沟垄数。

(4) 在条田两端按每堂犁地宽度的 2 倍至 8 倍划定起落线。

2. 耕地的农业技术要求及质量指示:

由于各地土壤、气候、耕地时间、耕地方法及栽培方法等不尽相同，所以必须根据当地的技术条件，因地制宜的拟定适合本地区、本单位的耕地质量的评价指标。

(1) 耕地日期的检查：根据本地区、本单位规定的耕地日期与实际耕地日期之差来评定，最好按规定日期进行，不宜过早或推迟，一般要求在 2-7 天内进行完毕。

(2) 土壤宜耕性的鉴定：耕地的具体日期应选择在土壤宜耕状态时进，这样才能达到省力、省时和质量好的目的。一般用手握法进行鉴定。用手扒去表土，（深度 5 cm 左右）取一把土壤握之成团有湿润感而土不沾手，平伸手臂让土团自由落地后能散碎，为宜耕状态，如土壤虽能握之成团，由于土壤过湿稍沾手，甚至出水，土壤落地后不宜散碎，或由于土壤过干，握之不成团，这两种情况均为非宜耕状态。

(3) 耕深的测定：最好在耕地的同时进行测定，用专制的测深尺（犁沟尺、 垄沟尺）或两根直尺进行测定。方法是沿着未耕地一侧的沟尺的三角尺部分，垂直安放在未耕地面，主游尺部分沿沟墙自由落至犁底，这时游尺上指示的刻度即为耕深数值（见图）。如用两根直尺进行测定，先将一根直尺与沟墙或平行状态直立于沟底，再将另一根直尺水平的放在未耕地面而与直立尺相交叉，两尺相贴的下缘所指示的刻度，即为耕深的数值（见图）。测定次数，检查面积 100-150 亩时，应做 10-15 次测定，超过 200 亩，应做 25 次以上的测定。测定时应在地块两头和地中间分别定点测定，计算出深度平均数以示耕深。

如在耕地完毕测耕深时，可沿着地块对角线布点（数量同上）测定。用木制或钢制的有刻度的直尺垂直插入耕地的土壤中，直至犁底部即得耕松深度数值，或由地表挖至犁底层进行测定。

如果测定是在耕后 7-10 天内（次期间未下大雨）进行，应将测得的深度乘以 0.8（即减去 20% 的土壤彭松高度数值），如在下雨后测定，应将测得的耕松刻度值乘以 0.85-0.9，这样求得实际耕深的近似值。

(4) 耕深均匀度的测定：耕深均匀度的测定应与耕深测定结合进行。一般就是利用每

次测定的耕深数值进行计算均匀度即可，必要时可以补充测定，耕深均匀度是以每次测定的耕深数值与平均数值的偏差来表示在耕地过程中，检查各犁铧的耕深是否一致，也可用来清除已耕过的松土，观察犁底是否平整。

(5) 漏耕可沿着对角线用目测法测定，如漏耕面积不大，可用尺量出其面积的大小，如漏耕面积较大，可用步测法量出其面积的大小，采用目测法检查漏耕时，检查垫沟是否端直，常常是帮助检查漏耕的重要方法。另外，在机耕条件下，要看地头起落线是否整齐，有无漏耕，要特别注意地边三角地区和分区耕地的接头地带有无漏耕，统计出检查面积中漏耕的总面积，计算百分数。

漏耕面积

漏耕% = ----- × 100%

检查的耕地面积

在耕地过程中检查漏耕的方法是在前一端耕地的沟墙边(B)向未耕地垂直的方向拉出一个大于理论耕幅长度(AB)并做出记号，当耕过一趟后，量出新沟壁到A的距离(AC)，BA-AC就是耕地的实际工作幅度。如果实际工作幅度大于理论工作幅度，肯定有漏耕，小于理论工作幅度就有重耕。此外，各趟之间有明显的沟，亦可以作为漏耕的表现之一。

(6) 碎土情况：用专制的方形木框每边长1米(或0.5米)并用细铁丝编成10cm²(2×5cm)的小格，从小格中去检查整个大框中大于5厘米的土块数，测定的次数视检查的面积而定，进行10-25次。

(7) 平整度及垡片情况的检查：一般用目测法测定，影响地面平整度的原因除地形外，主要是耕深不一致及漏耕、重耕，一般高出部分，多是耕的深或重耕的地方，低的部分又多为耕的浅或漏耕的地方，同时注意检查有无立、回现象。

(8) 残茬、杂草等覆盖的检查：残茬、肥料等的翻埋情况，一般用目测法进行，沿着对角线检查被埋设的点数，用尺或步测法量出其面积，从而推算出一公顷地上被埋设的数量。

(9) 墒情：如果播前耕地，需检查耕地后土壤的墒情，尤其是3-10cm土层内必须充足，否则将有碍播种。

杂草翻埋的情况，可用一平方米的木框进行测定，计算其未埋株数。

现将耕地质量的一般指标列表如下：

表 1 耕地质量评价标准			
等级 项目	评 价 等 级		
	优 等	合 格	不 合 格
时 间	规定的前半天完成	规定期内完成	延后完成
宜耕性	宜	宜	不适宜
深 度	符合规定	偏差小于 1 cm	偏差大于 1 cm

均匀度	全部耕地保持一致	偏差小于 1 cm	偏差大于 1 cm
漏 耕	无	无	有
立回	无	无	有
残茬、杂草	全部深埋	一公顷地上不 超过五处	超过五处
地头、地边地 角	全部耕倒	全部耕倒	未全部耕倒

3. 耕地质量检查的记载及评价

耕地质量检查的记载，各有关检查项目按下表要求进行登记，并按规定需要计算的项目算出结果。

表 2 耕地质量评价标准及记载表

项目 测量次数	深 度	与平均深度的 偏差	每平方米的大土块 数
1			
2			
平 均 值			
评定等级			

- (1) 检查日期：_____。
- (2) 耕地情况：_____轮作；土地号数_____；前作_____；
土地面积_____亩。
- (3) 耕地日期：规定耕地日期_____, 实际耕地日期_____。
- (4) 宜耕深度_____；评定等级_____。
- (5) 耕深、均匀度及碎土情况
- (6) 漏耕面积_____, _____%, 评定等级_____。
- (7) 有无立垡_____, 有无回垡_____, 评定等级_____。
- (8) 土地平整程度_____, 评定等级_____。
- (9) 未埋杂草_____处，平均每平方米_____株。残茬未埋_____处，杂草、残茬平均每公顷未埋_____处；评价等级_____。

4. 耕地质量总评价：根据前述耕地质量指标进行评定，分优等、合格、不合格三级，附以文字说明。并对被检查的土地，在耕地质量上存在的问题进行分析评价，提出改进意见。

(二) 耙地质量的检查与评价：

耙地是一项重要的表土作用，其主要作用是疏松表土，破碎坷拉，破除板结，透气保墒，平整地面便于其他作业，耙碎根茬，消除杂草等，耙地质量的好坏不仅影响耙地效果，而且会影响播种等其他作业的正常进行，为此必须进行耙地质量的检查。

1. 耙地质量的检查指标及方法

表 3 耙地质量评价标准

项目	评 价 等 级		
	优 等 (1)	优 等 (2)	优 等 (3)
时 期	规定时期内完成	相差不超过一天	相差超过一天
宜耕期	宜	宜	不 适 宜
耙 深	在 规 定 深 度	与规定深度偏差在 1 cm以内	超过 1 cm
碎土程度	1 m ² 内有少于3个 土块	1 m ² 内有 3-5 个土 块	超过 5 个土块
漏 耙	无	无	有
地表平整度	平	平	不平
杂草、残茬	全 部 切 割	全 部 切 割	未全部切割

(1) 耙地时间的检查：以规定日期与实际耙地日期天数之差来表示，一般不得比规定日期超过两天，在干旱地区的保墒耙地不得超过 0.5-2 天。播前耕地必须实行耕耙联合作业。

(2) 土壤宜耕性的检查：方法同耕地质量检查的办法。

(3) 碎土程度的测定，采用耕地质量检查中的方法。

(4) 平整程度的测定：沿耕地的对角线用目测法进行，要注意合垄和分垄沟的耙平或填平的程度，最大高度差不应超过 10 厘米。

(5) 耙深的测定：采用耕地质量检查中的方法。

(6) 漏耙的测定：采用耕地质量检查中漏耕面积的测定方法。

(7) 杂草、残茬切割情况的检查：沿对角线用目测法测定。

2. 耙地质量的检查记载及评价：

耙地质量的记载：按记录表要求记录各项数据和情况，并计算出有关结果。

耙地质量检查记录表：

(1) 检查日期：_____。

(2) 耙地情况：_____轮作；地号_____。耙地前的土耕措施：_____
_____；土地面积_____。

(3) 耙地方法及工具：_____方法；耙地工具_____。

(4) 耙地日期：规定耙地日期_____, 实际耙地日期_____, 相差____天，
评定等级_____。

(5) 耙地深度_____厘米，平均耙深_____厘米，评价等级_____。

(6) 土块数_____；评价等级_____。

(7) 平整程度：_____；评价等级_____。

(8) 漏耙面积：_____亩，占_____%，评价等级_____。

3. 耙地质量总评价：各根据耙地质量指标评价，分优等、合格、不合格等，并加文字说明，对耙地质量进行分析评论，提出改进意见和补救措施。

(三) 中耕质量检查与分析

1. 中耕质量要求：
- (1) 根据土壤水分，板结情况，苗情和草情，选择适宜的中耕时期。

(2) 不伤苗、不埋苗、不漏耕。伤苗率不超过 0.5%，埋苗不超过 0.6%，深度一致，正负不超过 1 厘米，中耕后地表疏松平坦，层无大块，深度按规定要求。

(3) 根据苗情留好护苗带，既不扩大杂草面积，又不伤苗。

(4) 结合追肥时，肥料覆盖严密。

(5) 根据农业技术要求、作业性质、土壤条件和作物生长状况等合理选用锄齿。如：为了除草可用锄草铲（单翼或双翼）；为了松土则可用松土铲（尺形或凿形）；为了培土，则选用培土铲。
2. 质量检查方法：
- (1) 深度：检查机组工作幅的条行内，每次取 3-5 点，将松土扒开，用直尺插至硬底，量出垂直距离，求出平均深度，同时也可测各行深度之差。

(2) 伤苗、埋苗情况：每次选出 4 点，每点 10 平方米，查出伤苗、埋苗率（苗完全切断，生长点被打断为伤苗；土掩埋大部分，植株能恢复为埋苗）。

(3) 除草状况：在已耕过的地段上检查 3 处，地面土沟不超过 3-4 厘米。

(4) 耕层状况：沿垂直作业方向挖开耕层剖面，观察土壤松碎状况和有无大块和架空现象。

中耕质量检查记录表			
检查项目	现场记录	检查项目	实况记录
作物名称		锄铲的规格和配置	(绘图)
苗高			
中耕带宽度			
护苗带宽度			
培土高度		耕层状况	(绘图)
伤苗情况 (%)			
埋苗情况			
平整度			

质量总评价：根据中耕质量要求，检查中耕质量，评出合格和不合格等，加文字说明，对出现的问题提出改进意见和补救措施。

第三部分 综合实践

主要作物精准施肥原理和技术（罗宏海）

根据作物生长的土壤性状，分析作物的需肥规律，调节肥料的投入，充分利用土壤生产力，以最少的肥料投入达到更高的收入，从而提高化肥利用率，改善农田环境，增加农业种植效益。众所周知，我国目前的化肥当季利用率较低，实施精准施肥，按科学的方法种田，将会大大节省化肥用量，减少农业投入，增加种植效益。精准施肥的主要技术要点，采集和分析土壤养分，研究土壤施肥增产效应，拟定作物目标产量和需肥比例，配制肥料，确定施肥时期、地点和施用量，记载作物生长及产量变化情况。

一、小麦精准施肥技术

小麦是需肥较多的作物，不同生育期吸收氮、磷、钾养分的吸收率不同。对氮的吸收有 2 个高峰，一是出苗至拔节期，吸收氮占总氮量的 40%左右；二是拔节至孕穗开花期，吸收氮占总氮量的 30%~40%。小麦对磷的吸收以孕穗至成熟期吸收最多，约占总吸收量的 40%。小麦对钾的吸收以拔节至孕穗开花期最多，占总吸收量的 60%左右；开花时对钾的吸收达最大量。因此，在小麦苗期，应施用适量的氮素营养和一定的磷、钾肥，促使幼苗早分蘖、早发根，培育壮苗。拔节至开花是小麦生育期中吸收养分最多的时期，需要较多的氮、钾营养，抽穗、扬花后应保持足够的氮、磷、营养，以防脱肥早衰，促进光合物的转化和运输，促进麦粒灌浆饱满，增加粒重。一般情况下，每生产 100kg 小麦，约需从土壤中吸收氮（N）3.0kg、磷（ P_2O_5 ）1.4kg、钾（ K_2O ）3.6kg。现将小麦不同阶段的施肥技术总结如下，以供参考。

（一）施足基肥

小麦施足底肥是提高麦田土壤肥力的重要措施。底肥能保证小麦苗期生长对养分的需要，促进其早生快发，使麦苗在冬前长出足够的健壮分蘖和强大的根系，并为春后生长打下基础。底肥的数量应根据产量要求、肥料种类、性质、土壤和气候条件而定。碳铵由于性质不稳定，容易挥发损失，追施后如不及时灌水容易使氮素损失，因此，各地推广碳铵作底肥时深施。如果碳铵全部作底施，从施肥到小麦拔节、孕穗，至少要经历 4~5 个月，虽然冬春温度低加上深施，损失较少，但碳铵的肥效很难维持到小麦生育后期。因此，1 次底施往往满足不了小麦各生育期的需要。底肥应占施肥总量的 60%~70%为宜。底肥应以有机肥料为主，适量配合施用氮、磷、钾等化学肥料。一般施农家肥 15.0~22.5 t/hm²，尿素 150kg/hm²。

（二）合理使用种肥

小麦播种时用适量速效氮、磷肥作种肥，能促进小麦生根发苗，提高分蘖，增加产量，对晚茬麦和底肥不足的麦田有显著的增产效果。试验证明，施用硫酸拌种的可增产 10%左右。氮肥作种肥一般施硫酸 45kg/hm²与尿素 37.5kg/hm²，碳铵因易挥发造成种子灼伤而不能作种肥。磷肥作种肥，可预先将过磷酸钙与腐熟的农家肥粉碎过筛后，制成颗粒肥与小

麦种子混播；也可将过磷酸钙撒在土表后，浅耙与土混匀再行播种。磷酸钙用量一般为 $112.5\sim150.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 。对土壤肥沃或底肥充足的麦田，种肥可以不施。

（三）返青至拔节期看苗追肥

追肥要看苗追施，对于冬前总茎数达 $1\,500$ 万个/ hm^2 以上的旺苗，由于分蘖太多，叶色深绿，叶片肥大，返青肥应以磷、钾为主，不要再追氮肥。施过磷酸钙 $225\text{kg}/\text{hm}^2$ ，草木灰 $750\sim1\,500\text{kg}/\text{hm}^2$ 或钾肥 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ 左右，对壮秆防倒伏有好处。对于冬前总茎数已达 $1\,050\sim1\,500$ 万个/ hm^2 的壮苗，应以巩固冬前分蘖为主，适当控制春季分蘖，以减少无效分蘖。追肥可在2月底至3月底，施碳铵 $112.5\sim150.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 。保水保肥力强的稻茬麦，可适当早施；保水保肥力差的砂壤土或砂姜黑土，可适当晚施。麦田有点、片弱苗时，可酌情施“偏心”肥。对于冬前分蘖不足的弱苗，应重施返青肥。

（四）巧施拔节孕穗肥

小麦从拔节至抽穗是一生中生长发育最旺盛的时期，吸收量大，需肥多，满足这一时期的养分供应，对夺取小麦高产非常重要。拔节、孕穗肥应该看苗巧施。对小麦生长不良、苗弱偏小的群体，应早施拔节肥，提高分蘖成穗率，力争穗多、穗大。追肥量可占总施肥量的 $10\%\sim15\%$ ，用尿素 $45\sim60\text{kg}/\text{hm}^2$ 沟施或穴施。对于生长健壮的麦苗，由于群体适宜，穗数一般有保证，主要应攻大穗，拔节期应适当控制肥水，防止倒伏，待叶色自然褪淡，第1节间定长，第2节间迅速伸长时，再水、肥并进，以保花增粒。对于群体大，叶面积过大，叶色浓绿，叶宽大下垂的旺苗，可少施或不施拔节肥。

（五）后期叶面追肥

在后期根系吸收能力差时，叶面追肥更直接有效，同时能有效防止干热风危害。叶面喷肥品种主要是尿素、磷酸二氢钾、微肥等，浓度在 $0.5\%\sim2.0\%$ 之间。喷施一般在早上8时前、下午5时后或阴天进行，喷后遇雨要重喷。

二、棉花精准施肥技术

棉花是一种全营养型农作物，又是一种需肥量较多的并对施肥技术要求比较严格的作物。棉花的科学施肥是指根据棉花生长发育的需肥特点和规律，并结合土壤气候条件、栽培种植与灌溉方式，确定合理的施肥量和各种养分的配比及其施肥技术和方法，以达到棉花优质高产、培育土壤肥力、减少环境污染、提高经济效益的目的。

（一）棉花施肥的原则

为了获得棉花优质高产，棉花科学施肥应遵循如下原则：即有机肥与化肥相结合、大量元素（氮、磷、钾）与微量元素相结合、基肥与追中（含叶面肥）相结合（基肥深施，重施花铃肥）、以产定肥和因土施肥相结合。

（二）棉花对氮、磷、钾和微量元素的需求

1. 棉花对氮、磷、钾的需求

根据生产实践和科学实验研究测定，产 100kg 皮棉所需的氮、磷、钾养分的公斤数分别为 13.9-19.3、4.8-7.7、10-14.7，平均分别为 15、6、12。

根据新疆的生产实践和实验研究，棉花施肥的 N: P_2O_5 : K_2O 比例，南疆为 1: 0.3-0.35: 0.12-0.14，北疆为 1: 0.4-0.45: 0.18-0.2。

2. 棉花对微量元素的需求

棉花是一种对锌中度敏感和耐锌的作物，也是一种需硼中等和耐硼最强的作物，根据研究测定，每生产 100kg 皮棉所带走的硼为 9.4-10.8g，带走的锌为 2.4-7.2g。在同一产量水平下，棉花所带走的微量元素的数量依次为锌>硼>猛。新疆棉区已广泛使用硼肥和锌肥，硼和锌均能促进棉株对氮、磷、钾的吸收和积累。试验还表明，施用硼肥和锌肥，使棉花早发、早发蕾、早结铃、早吐絮。

（三）棉花施肥技术

1. 氮肥施用

1) 施用量

根据兵团目前棉花生产技术条件、棉田土壤肥力状况及生产实践，要获得棉花 120-150kg 皮棉，氮素总用量以 18.5-23kg/667m² 为宜，即施尿素 40-50kg/667 m² 左右。土壤肥力高的酌情减少，超高产的棉田酌情增加。

2) 基追比

根据试验和生产实践，氮肥的基追比例应根据土壤质地的不同各异：粘质土壤棉田，氮肥可全部作基肥，结合秋耕深翻入土壤；粘壤土棉田，氮肥的 60%-70%作基肥，结合秋耕深翻入土壤；砂质土和轻壤土棉田，氮肥的 30%-40%作基肥，结合秋耕深翻土壤，其余的 60%-70%在棉花灌第 1 水和第 2 水前结合中耕开沟条施。

3) 施肥深度

氮肥应深施，作基肥施肥深度为 20-25cm，作追肥施肥深度为 10-14cm。氮肥深施是防止 N 素挥发损失，提高 N 素利用率和肥效的根本措施。浅施氮肥挥发损失可达 20%-40%。

2. 磷肥施用

1) 施用时期

棉花对磷的敏感期是 2-3 片叶前后的幼苗期，对磷吸收的高峰期在开花盛期。施用磷肥既要考虑磷在土壤中的固定作用，也要考虑磷在土壤中移动性很小的特点。根据多年多点试验结果，磷肥施用以作基肥深施最好。

2) 施用量

磷肥施用量应根据土壤有效磷含量的丰缺状况与施氮量水平确定。在当前棉花生产水平下，磷肥 (P_2O_5) 用量以 7.5-9kg/667m² 为宜，即施重过磷酸钙（三料磷肥）16-19.5kg/667m² 左右。

3) 施用深度

根据试验，磷肥作为基肥撒施结合秋耕深翻的增产效果最好。棉花幼苗期的根系生长明显大于地面部分，蕾期根系大部分集中在地下 5-25cm 处，在较肥沃的土壤中大部分集中在 4-45cm 处，所以磷肥深施对棉花生长发育具有良好的作用，施肥深度以 20-25cm 为宜。

3. 钾肥施用

根据第 2 次土壤普查资料，兵团垦区的全钾含量平均为 2.19%，速效钾含量平均为 319mg/kg，属富钾地区。农作物每年从土壤中带走钾（ K_2O ）4.5 万 t，为带走磷素的 2 倍多，而每年通过施用厩肥、秸秆护还田、种植牧草绿肥等养地措施返回给土壤的钾素为 2.3 万 t，只占带走的 61%。兵团垦区土壤速效钾每年以 5-15mg 的速度递减。棉花是需钾素较多的作物，施用钾肥具有明显的增产效果，一般增产 10%左右。

1) 施用量

以目前的棉花产量水平，兵团垦区施 K_2O 以 3-5kg/667m² 或氯化钾 5-8.4kg/667m²。

2) 施用时间和深度

根据生产实践和试验，钾肥的施用以棉花播前（秋季）作基肥一次性深翻 20-25cm 增产效果最好。若作追肥应尽量早施，因为棉花在现蕾至结铃期需钾较多，其吸收量约占总需钾量的 70%，故追肥应在现蕾前施入，深度 10-15cm。

4. 微肥施用

1) 作基肥

硼肥：施硼砂 0.25-0.50kg/667m²，与有机肥均匀掺混，以减少被土壤固定。

锌肥：施硫酸锌 1-2 kg/667m²，与有机肥均匀掺混，以减少被土壤固定。

2) 叶面喷施

硼肥现蕾期：用硼酸或硼砂 50 g/667m²，喷液量 30 kg/667m²；初花期、花铃期：用硼酸或硼砂 80 g/667m²，喷液量 30 -40kg/667m²；（2）锌肥现蕾期：用硫酸锌 50 g/667m²，喷液量 30 kg/667m²；初花期、花铃期：用硫酸锌 80 g/667m²，喷液量 30-40 kg/667m²。

5. 叶面肥的施用

现蕾期（头水前），667m²喷施磷酸二氢钾 100g，喷液量 20-30kg；开花期，667m²施磷酸二氢钾 150g，喷液量 30kg；结铃期，667m²混合喷施尿素 200-300kg、磷酸二氢钾 200g，喷液量 30-40kg。喷施 1-2 次，间隔 15d 左右。

6. 有机肥的施用

有机肥是棉花优质、高产、稳定的重要营养基础。（1）施用量：根据生产实践，要获得单产 120-150kg /667m²，应施优质厩肥 2000 kg/667m²，油渣 100 kg/667m²；（2）施用时间和方法：厩肥和油渣结合秋耕深翻入棉田土壤 20-25cm，覆盖严实。

厩肥、油渣在深翻入棉田前应与基施的氮、磷、钾化肥和微量元素一起混合拌均后，一同深翻入棉田土壤 20-25cm。

三、玉米精准施肥技术

玉米是需肥较多的高产作物，在生长发育过程，需要吸收大量营养元素，其中氮、磷、钾三元素需要量最多，其次是钙、镁、硫、硼、锌、锰等元素。根据玉米需肥规律和生产实践，玉米施肥应遵循以下基本原则：基肥为主、追肥为辅；氮肥为主、磷肥为辅；穗肥为主，粒肥为辅。基肥最好是优质腐熟农家肥或翻压绿肥等有机肥。施肥量和施肥方法还要依据产量指标、土壤肥力基础、肥料种类、种植方式以及品种和密度等综合运用。

（一）施肥种类及用量

1. 广施有机肥

玉米是高产作物，其产量水平的高低与土壤肥力水平密切相关，在玉米高产高效施肥措施中，首先是要广泛施用有机肥料，提高土壤肥力，一般每 667m² 有机肥投入量应不低于 4000 千克。

2. 稳施氮肥

春玉米要施好底肥，调控追肥用量，夏玉米要施好追肥。在单产达 500 千克以上的高产田，每 667m² 施氮应稳定在 9-12 千克；单产 300-500 千克的中产田，每 667m² 施氮应稳定在 7-10 千克；单产小于 300 千克的低产田，每亩施氮应稳定在 6-8 千克。同时，合理调整施用时期和方法，提高氮肥利用效果。

3. 控施磷肥

当前，磷肥的作用已得到人们的普遍认识，但施用磷肥要根据土壤有效磷含量合理确定和控制用量。在高、中低 3 种产量的田块中，每 667m² 适宜的磷施用量应分别控制在 7 千克、6 千克和 5 千克的范围内。春玉米磷肥一般作基肥施用，夏玉米可以随施氮肥时施用。磷肥施用应强调深施、早施。

4. 增施钾肥

随着土壤速效钾逐年下降，缺钾面积不断扩大，为满足玉米生长对钾素的需求，必须全面增施钾肥。在高产田适宜的钾肥每 667m² 施用量为 8 千克左右，中产田为 7 千克左右，低产田为 6 千克左右，氮、磷、钾施用比例应为 1:0.5:0.6。

5. 补充微肥

因玉米品种改良、耕作制度改革及施肥结构变化，使得土壤中微量元素缺乏症状越来越明显，尤其是玉米缺锌症状已大面积出现。补施玉米锌肥，可在玉米浸种、包衣等方面配施，也可在玉米播种或苗期追肥时，普遍施用 1-2 千克的硫酸锌，还可在玉米专用肥中或玉米苗期叶面喷药，喷肥中添加锌肥。

（二）施肥方法

1. 施足基肥

播种前施用的肥料，也称基肥，以有机肥为主，化肥为辅。基肥以集中条施和穴施效果最好，使肥料靠近玉米根系，易吸收利用。施用前应充分捣细混匀，结合耕地将肥料翻入土壤。有机肥作基肥应与磷肥一起堆沤，施用前再掺合氮肥，可以减少土壤固定，提高

肥料利用率。夏播玉米和套种玉米，因农时紧张一般给前茬小麦重施有机肥和磷肥，玉米利用磷肥的后效；宽行套种玉米将基肥条施于玉米播种带中。

2. 用好种肥

在播种时施在种子附近或随种子施入，供给种子发芽和幼苗生长，种肥以速效化肥为主。氮素化肥应根据肥料性质选择使用，硝态氮肥和铵态氮肥要求用量合适，施用方法恰当，能直接为根系吸收，只要用量不过多，施用无害。磷钾肥混合做种肥有明显的效果，播种时集中穴施氮磷钾肥料，还可以造成施肥点局部的较高浓度区，减少土壤固定，有利于根系吸收。施用数量应根据土壤肥力、基肥用量而定。在施用基肥较多的情况下，可以减少施或不施种肥；反之可以多施。

3. 分次追肥

掌握“前重后轻”的原则，即全部追肥按 6：3：1 分配。

1) 攻秆肥。攻秆肥需在拔节期追施，促根壮苗，促叶壮秆，促进穗分化，夏玉米播后 25～30 d，有 5～6 片展开叶时施用，肥料宜施在距植株 10～15 cm 处，开沟深施 5～10 cm，施后覆土。

2) 攻穗肥。攻穗肥需在拔节期至抽雄穗之间追施，夏玉米在 11～13 片展开叶，正值雌穗小花分化盛期，营养生长和生殖生长并进，需要较多的养分，是决定果穗大小和行数分化的关键时期，宜采用速效氮肥，结合浇水和中耕，以迅速发挥肥效。

3) 攻粒肥。攻粒肥需在抽雄穗前后 10～15 d 追施，此时植株叶片即将完全展开或已完全展开，雌穗完成受精，玉米从营养生长转入生殖生长阶段。

四、加工番茄精准施肥技术

（一）加工番茄需肥特性

加工番茄生长期需肥量较大，据相关研究，一般每生产 1000kg 果实需要纯氮 3.05kg、五氧化二磷 0.897kg、氧化钾 5.32kg，氮、磷、钾肥比例为 1：0.33：1.67，而且对氮磷钾养分的需求有多个高峰期。

1. 第 1 个高峰期。从苗期到第 1 花序开放，大约 38 天，是加工番茄营养生长高峰期。这一时期对纯氮、五氧化二磷、氧化钾等的养分吸收量分别约占全生育期总量的 8.91%、6.95%和 7.81%。

2. 第 2 个高峰期。从第 1 花序开放到第 1 穗果着色，是植株营养生长与生殖生长并进期。此期对纯氮、五氧化二磷、氧化钾等的养分吸收量各约占全生育期总量的 41.34%、40.41%和 55.97%。

3. 第 3 个高峰期。从第 1 穗果着色到采收末期，是加工番茄植株生殖生长高峰期。对纯氮、五氧化二磷、氧化钾等的吸收量各约占全生育期总量的 49.23%、52.39%和 35.89%。

（二）测土配肥方法

1. 测土。对加工番茄基地土壤进行采样分析，测定土壤中的碱解氮、速效钾、速效磷含量，同时抽检部分地块微量元素含量，建立土壤养分数据库。

2. 配方。根据加工番茄需肥特点、当地土壤养分含量情况，结合农业专家生产经验，建立加工番茄施肥系统软件。利用专家施肥系统程序进行肥料配方，确定施肥量。即打开加工番茄施肥系统软件，输入条田代号、当年的目标产量，通过系统可打出一张配方施肥卡片，施肥卡片上会标明推荐肥料的种类、具体施用量等信息，进而可大致实现合理施肥促进增产增收的目的。

（三）平衡施肥要点

1. 基肥。一般将推荐施肥量中磷肥的总量和钾肥用量的 50%作基肥，在冬季翻地前全部施入。

2. 追肥。将推荐施肥量中氮肥总量的 50%和剩余的 50%钾肥在第 1 花序期前 7 天，结合加工番茄中耕进行开沟追施，另外氮肥用量的 50%在第 1 穗果着色后 7 天结合灌水施用。

3. 叶面喷肥。微量元素肥料对加工番茄有明显的增产和提高果实品质的作用，可在植株开花期、膨果期用 0.2%硼砂和 0.2%硫酸锌叶面喷施。此外，发现番茄叶有脱肥现象时，应及时进行叶面喷肥，可用尿素 200g 加磷酸二氢钾 150g 对水 15kg 叶面喷施，每隔 10 天喷 1 次。

新疆主要作物滴灌技术（蒋桂英）

一、目的

了解滴灌技术的应用原理，掌握新疆主要农作物的滴灌技术

二、内容说明

滴灌就是滴水灌溉技术，它是利用低压管道系统，使滴水成点地、缓慢地、均匀有定量地浸润作物根系最发达的区域，使作物主要根系活动区的土壤始终保持在最优含水状态。滴灌技术不同于其他任何一项灌溉技术的关键在于，仅灌溉湿润局部土壤面积，是一种局部灌水技术。膜下滴灌技术是将滴灌技术与新疆大面积推广的地膜覆盖栽培技术进行的有机结合，节水增产效果明显，是世界节水农业的典范。目前，该技术已推广到甘肃、内蒙、山西等地，并在棉花、玉米、加工番茄等作物上应用，取得了良好的经济、生态和社会效益。

（一）小麦滴灌技术

小麦生育期间的灌水应按照其需水规律进行合理的灌溉。一般小麦播种到分蘖期耗水占全生育期总耗水量的 4.6%；分蘖到拔节占总耗水量 16.2%；拔节到抽穗占总耗水量 24.3%；抽穗到乳熟占总耗水量的 35.8%；乳熟到蜡熟占总耗水量的 12.9%；蜡熟到收获占总耗水量的 6.2%，即小麦的最大需水期是从拔节一直持续到乳熟期。并且小麦的灌溉时期可根据其

不同生育时期对土壤水分的要求不同来掌握。一般出苗期，要求田间最大持水量为 75-80%；分蘖过程要求适宜水分田间持水量的 75%左右；拔节至抽穗阶段，对水分极为敏感，该期适宜水分应在田间持水量的 75~80%；开花至灌浆中期，土壤水分宜保持在 75%左右。

新疆滴灌小麦生育期滴水 8~9 次，滴水周期每 7~8 天灌一次水，滴水量 $5250\sim 6750\text{m}^3/\text{hm}^2$ 左右。冬小麦一般灌越冬水：滴水时间在“日消夜冻”时进行，滴水量 $750\text{m}^3/\text{hm}^2$ 左右。返青至拔节期：小麦返青水要轻滴多次，应在 5 厘米地温连续 3 天平均达到 10°C 以上时方可进行滴水，每亩滴水 $375\text{m}^3/\text{hm}^2$ 左右。促使早返青，增加分蘖成穗数。拔节至抽穗期：应做到弱苗早滴水，壮苗和旺苗适当晚滴水，滴水 2-3 次，每次 $525\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。抽穗至成熟期：滴水 3 次，每次滴水 $600\sim 750\text{m}^3/\text{hm}^2$ ；滴第二水在第一水后 9-10 天，第三水与第二水间隔 15-20 天。

春小麦一般播种一出苗：时间三月下旬，灌出苗水，滴水量 $600\sim 675\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。二叶一心期：滴水量 $525\sim 600\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，进行全层施肥的地块，此期原则上不施肥。拔节至抽穗：滴水二次，第一次滴水量 $450\sim 525\text{m}^3/\text{hm}^2$ ；第二次滴水量 $375\sim 450\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。抽穗至扬花：滴水 2 次。第一次水量 $450\sim 525\text{m}^3/\text{hm}^2$ ；第二次滴水量 $375\sim 450\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。扬花至灌浆：滴水 2 次，每次滴水量 $375\sim 450\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。乳熟至成熟期：乳熟初期滴水 $300\sim 375\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，起到养根护叶、增粒重的效果。适期正确把握麦黄水（乳熟期或蜡熟初期），土壤含水量较低的麦田，可增加一次滴水，滴水量 $225\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，灌水量宜小不宜大。

（二）玉米滴灌技术

玉米一生需水规律大体上是：(1)播种至出苗消耗水分少，土壤田间持水量应保持在 60%~70%；(2)苗期需水少，耐旱性较强，土壤田间持水量可保持在 60%；(3)拔节后茎、叶生长快而数量多，需水量大大增加，土壤田间持水量应保持在 70%~80%；(4)抽穗开花期间，属玉米一生营养生长和生殖生长两旺时期，需水最多，在抽穗前 10d 至抽穗后 20d 约一个月时间内，是玉米需水“临界期”，土壤田间持水量应达到 80%；(5)进入乳熟期后，需水逐渐减少，土壤田间持水量应在 60%以下，以利于籽粒脱水和加速成熟。玉米需水规律和玉米生育期间的物质积累增长相吻合。因此，要抓好三个关键时期的灌溉。春玉米灌头水是在拔节孕穗期，灌头水后，经 15~20d，即抽雄扬花期，为玉米需水临界期，是第二个需水关键时期。玉米灌浆至成熟时间较长，为第三个需水关键时期，后期灌水，不宜过大，避免根系过早衰老。一般穗期阶段滴水 2~3 次，每次滴水量 $450\sim 600\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，花粒期阶段滴水 5~6 次，每次滴水量 $450\sim 600\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。

（三）棉花滴灌技术

1. 棉花的需水规律

棉花是比较耐旱作物，全生育期需水 $4800\sim 6000\text{m}^3/\text{hm}^2$ ；其中苗期日耗水量 $21\sim 22.5\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，阶段耗水占全生育期耗水量的 12%~15%，蕾期日耗水量 $33\sim 45\text{m}^3/\text{hm}^2$ ；阶段耗水量占全生育期耗水量的 12%~20%；花铃期限日耗水量 $60\sim 90\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，阶段耗水量占全生育期耗水

量的 50%~60%；吐絮期耗水量 $22.5\sim33\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ ，阶段耗水量占生育期耗水量的 10%~20%。棉花不同生育时期对土壤适宜含水量的要求不同。发芽出苗期，土壤水分以田间持水量的 70%左右为宜，苗期土壤水分以田间持水量的 55%~60%为宜，蕾期土壤水分以田间持水量的 60%~70%为宜，超过 75%易引起徒长，花铃期要求 80cm 土层土壤含水量为田间持水量的 70%~80%，若低于 55%，会造成蕾铃脱落，吐絮期，要求 60cm 土壤含水量为田间持水量的 55%~70%，不低于 50%。

土壤水分是确定灌水时间的重要依据。有条件的情况下，应结合生育进程，长势长相进行土壤水分测定。若土壤含水量低于田间持水量的 60%时(即粘土的土壤含水量 15.5%~17.0%，壤土含水量 13%~14.5%，砂壤土含量 11.0%~12.0%)应灌头水。当棉田 50%棉株蕾尖齐平，即棉株最上部果枝第一花蕾的蕾尖与主茎顶尖持平时，表明棉田需要灌溉。顶尖高于蕾，不缺水；顶尖低于蕾，棉株缺水。

2. 棉花灌溉技术

播前贮备灌溉，有利于一播全苗培育壮苗。生育期适时适量灌溉，是保证棉花高产稳产的关键。

(1)播前贮备灌溉：播前贮备灌溉，使土壤有足够的水分，满足棉花出苗及苗期水分需要。结合新疆各棉区生产实际，可进行秋(冬)灌、茬灌，也可进行春灌。秋(冬)灌改善土壤结构，减轻越冬病虫害，提高棉田地温。一般在封冻前 10~15d 开始至封冻结束，灌水过早因气温高，蒸发量大，水分损失多；过晚则因土壤结冻，水不下渗，在来春解冻时，造成地面泥泞，影响整地和播种进度。秋(冬)灌灌水量一般 $2250\sim3000\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ ，和秋耕相结合。粘性土壤先灌后耕；沙性土壤先耕后灌。春灌是棉田在未进行秋灌或播前土壤湿度不足时，于播前 10d 左右进行，其水量不宜过大，一般 $2250\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 左右，要求灌水均匀。

(2)生育期灌溉：原则：重施花铃肥 重灌花铃水。

在底墒较好的条件下，生育期第一次滴水一般在 6 月上中旬进行，滴水量约 $300\text{m}^3/\text{hm}^2$ 左右，间隔 10 天；正常棉田 6 月份滴水 2~3 次，滴水量 $525\sim600\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。7 月份滴水 4~5 次，灌量 $525\sim600\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。8 月份滴水 3~4 次，灌量 $300\sim375\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。北疆棉区 9 月上旬停水，灌量 $225\sim300\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。南疆棉区或生长偏弱的田块可推迟到 9 月下旬至 9 月底停水。

(四) 加工番茄滴灌技术

加工番茄根系发达，吸水能力强，但茎叶繁茂，营养面积大，蒸腾作用强，消耗水量较多。种子发芽需吸水种子风干重 92%以上的水分才能充分膨胀、发芽生长。加工番茄生育前期要求水分少，幼苗期，应适当控制灌水，田间持水量保持在 65%~75%即可，第 1 花序座果前，水分不易太多，否则易引起植株徒长，根系发育不良，造成落花，第 1 花序果实膨大生长后对水分的需求增加。盛果期需要大量水分，如果水分供应不足，果实生长受阻，严重影响产量和品质；水分忽多忽少供应不匀时，易造成脐腐病及裂果。加工番茄在土壤湿度 60%~85%，空气相对湿度 50%~65%条件下生长发育好。

第一次滴灌水要根据土壤墒情及蹲苗时间来确定，一般在 6 月上中旬。每次滴灌水 $450\sim 600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ，全生育期滴灌水 10~12 次，总水量 $350\sim 400\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。大量座果后，5~8 天滴 1 次水，均衡供水，防止忽干忽湿，防脐腐病等生理病害和侵染性病害的发生。对于移栽番茄田，一般移栽前 5 天滴水 $150\sim 225\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。两次缓苗水，栽完第一次缓苗水 $300\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ，因苗滴二水 $450\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ，灌匀灌透。大田蕾期 6 月 5~10 日滴水，灌量 $525\sim 600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ；花果期 7~8 天滴 1 次水，1 水 1 肥，2~4 水，灌量 $450\sim 600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ，株高控制在 70~80cm；果实膨大期 5~6 天滴 1 次水，1 水 1 肥，5~8 水，灌量 $450\sim 600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

三、作业

以任一作物为例，说明滴灌技术水肥运筹策略。

作物化学调控原理和技术（蒋桂英）

一、目的

了解作物化学调控的机理，掌握新疆小麦、玉米和棉花的化学调控技术

二、内容说明

（一）作物化学调控的原理

作物化学控制是指应用植物生长调节剂，通过影响植物内源激素系统而调节作物的生长发育过程，使其朝着人们预期的方向和程度发生变化的技术体系。这一技术体系源于 20 世纪 30 年代开始的“植物生长调节物质的农业应用”，至今经历了 80 余年的发展过程，已在基础理论研究、植物生长调节剂的开发、作物化学控制技术体系及技术原理的形成和完善方面取得了很大的进展，在作物的高产、优质、高效生产中也发挥了重要的作用。

虽然自 20 世纪 30 年代后各种植物生长调节剂陆续应用于农业生产，但主要集中在林木、花卉和蔬菜等园艺作物上，几乎没有化控技术用于大田作物成功的报道，这一状况延续到 50 年代末。直至 60 年代，第一项具有商业应用价值的大田作物化控技术——“矮壮素”防止小麦倒伏技术自英国开始迅速在欧美、澳洲等地区大面积推广。至今，大田作物化学控制技术已取得多项进展，尤以我国的成就最为突出。自 1992 年以来，我国大田作物化控技术年应用面积约为 $0.07\sim 0.13\text{ 亿 hm}^2$ ，棉花生产缩节安化控技术覆盖面达到 80%以上。除棉花应用缩节安控制徒长、塑造株型的技术以外，棉花的乙烯利催熟技术，多效唑培育水稻、油菜壮秧技术，多效唑及其复配剂防止小麦倒伏技术，赤霉素促进杂交稻制种田母本抽穗技术，乙烯利复配剂防止玉米倒伏技术等均在我国大面积推广应用，创造了巨大的经济效益和社会效益。

植物生长调节剂之所以能改变作物的生长发育过程，主要在于它们可以影响植物内源激素的合成、运输、代谢、与受体的结合以及此后的信号转导过程。因此，作物化学控制的发展与植物激素生理的研究有密切的关系。在作物化学控制的生理机制方面，已经明确了

不同植物生长调节剂作用于植物生长发育的几个重要过程：

1. 三唑类的多效唑 (MET)、烯类化合物的缩节安 (DPC) 等植物生长延缓剂通过抑制赤霉素 (Gas) 的生物合成来控制植株地上部的伸长生长；

2. 三碘苯甲酸 (TIBA)、整形素 (2-氯-9-羟基芐-9-羧酸甲酯) 等植物生长抑制剂通过阻断生长素 (IAA) 的极性运输来破坏植株的顶端优势, 促进侧枝发育；

3. 乙烯 (Eth) 发生抑制剂 AVG (氨基乙烯基甘氨酸) 及 AOA (氨基氧乙酸) 的作用是抑制乙烯生物合成途径中 ACC 合成酶的活性, 引起乙烯合成的下降；

4. Ag^+ , 降冰片二烯 (2, 5-norbornadiene)、1-甲基环丙烷 (1-MCP) 等乙烯作用抑制剂通过非竞争或竞争的方式与乙烯受体结合, 阻断乙烯促进衰老的作用；

5. 细胞分裂素类调节剂可以刺激乙烯的发生。

作物系统化控必然引起植株外部形态和生理功能变化, 常规栽培措施的变革是为满足变化后的植株个体和群体对生育环境的新要求。这种对作物自身及其生育环境进行“双重调控”的模式, 使作物和环境的协调达到高度统一, 使作物生产的遗传资源和自然资源得以充分利用。

(二) 新疆主要作物的化学调控技术

1. 小麦化学调控技术

小麦拔节前对群体过大、有倒伏可能的高产麦田, 应喷施矮壮素。矮壮素有抑制节间过长、增加基部节间粗度、降低植株高度从而防止倒伏的作用, 并能使叶片和叶鞘变宽、变短、变厚, 减少不孕小穗, 增加粒数。在拔节前 (3-4 叶) 对麦田进行化控, 用矮壮素 $4.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 调控, 控制第一、二节间伸长, 防倒伏。喷药时期应在植株基部第一节间伸长 0.1cm 之前, 一般喷施一次; 如群体过长, 喷两次效果更好, 喷第二次, 宜在第二节间伸长 0.1cm 之前进行, 。

2. 玉米化学调控技术

玉米化学调控, 就是利用植物生长调节剂 (玉米健壮素或乙烯利等), 在适当时期进行叶面喷施, 以控制株高, 促进气生根发生和果穗伸长, 能使株矮、茎粗、抗倒伏, 提高抗旱能力, 延长叶片功能期, 防止早衰, 提高结穗率和结实率, 减少缺粒和秃顶, 增产可达 $15\%\sim 20\%$ 。特别是玉米滴灌地膜覆盖栽培易发生倒伏, 对群体应适当进行化学调控, 防止倒伏, 有利增产。

新疆玉米生产中一般坚持二期化控。第 1 期: 6 叶龄, 在进水前, 用玉米健壮素 ($675\text{ml}/\text{hm}^2$, 兑水 225kg) 和 3WX-280G 型自走式高杆作物喷杆喷雾机进行田间喷施可降低穗位高度; 第 2 期: 13 叶龄, 用乙烯利 $750\text{ml}/\text{hm}^2 + 375\text{ml}/\text{hm}^2$ 高密植, 兑水 $450\text{kg}/\text{hm}^2$ 喷施。第 2 期化控 1 周后灌水, 若间隔时间太长, 易产生药害, 植株长不起来; 间隔时间太短, 则起不到控制株高的作用。

3. 棉花精准调控技术

常用的群体调控技术包括人工整枝和化学调控两个方面。

(1) 人工整枝

人工整枝包括去叶枝、打顶、打群尖、抹赘芽、打老叶等。

1) 去叶枝(俗称脱裤腿)

当棉株第一个果枝或花蕾出现后，将第一果枝以下叶枝及时去掉，仍保留果枝以下主茎叶片，给根系提供有机养料，称为叶枝或抹油条。若连主茎叶片一起打掉称为脱裤腿。

陆地棉叶枝较长，特别是从黄河流域棉区引进的品种，在宽膜栽培条件下，叶枝出生快，生长势较果枝强，消耗养分较多，中后期往往造成田间荫蔽；叶枝上着生的花蕾，成铃少而小，成熟晚。高密度高产棉田，应把抹油条或脱裤腿作为控制旺长夺取高产的手段。弱苗和缺苗处的棉株可以不去叶枝，等叶枝伸长后再打边心。去叶枝脱裤腿一般在现蕾初期进行；新疆自育早熟系列品种，有时不需要做这项工作。

2) 打顶及打群尖

打顶使棉株的光合产物的各部位器官内呈均衡分布，增加下部结实器官养分分配比例，加强同化产物向根系的运输，增强根系活力和吸收养分的能力，加快棉铃发育，提高成铃率，在不前高密度种植条件下，为保证已经出现的花蕾能在霜前吐絮，必须打顶。打顶时间北疆7月1~5日，南疆7月10~15日。打顶方法应采用轻打顶，即摘去顶尖及一片展开的小叶。为减少棉田虫源，打顶时带花袋，把打下的顶尖带出田外掩埋。打顶的顺序应采取“旺苗早打，弱苗晚打，壮苗适时打”的原则。

打群尖又叫打旁心。是摘去果枝的顶尖。打群尖可控制棉株果枝横向生长，改善田间通过透光条件，有利于提高成铃率，增加铃重，促进早熟。生产上对肥水充足，长势较旺，密度较大的棉田，在田管中后期，即7月下旬打群尖，也可自下而上分次打。去无效花蕾，一般南疆在8月15日前，北疆在8月1~5日前，以花为界，在氮肥施用多，土壤墒情足，打顶过早时，果枝叶腋里常有大量赘芽发生，应及时打掉。

(2) 化学调控技术

棉花化学调控技术是应用植物生长调节剂，调节和控制植物内源激素系统，从而影响植物生长发育。它包括“促(弱苗生长)、调(壮苗稳长)、控(旺苗徒长)、保(蕾、花、成铃)、催(早熟)五个方面”。目前常用的生长调节剂有缩节胺、矮壮素、乙稀利等。其中，缩节胺、矮壮素在生产上应用较广泛，已成为新疆棉花“早、安、矮、膜”高产优质栽培体系的一项重要技术。

1. 缩节胺(DPC)调控

(1) 缩节胺的主要生理作用。

①可有效延缓主茎和果枝节间伸长。在药效期内，缩节胺对果枝的抑制程度大于主茎，因而，根据药液浓度、时期、用量，可定向塑造理想株型。

②具有显著的促根效应。缩节胺可提高棉花根系生长素和细胞分裂素的含量，促进侧

根发生。苗、蕾期施用缩节胺，可增强根系活力，提高根系对 P、K 等无机离子的吸收强度。

③可调节棉叶功能。缩节胺能提高叶绿素含量，增强棉叶光合作用，延缓叶片衰老。可促进蕾、花、铃的发育，提高棉铃素质。缩节胺处理后，棉叶的光合产物和根系吸收的营养，向蕾、花、铃的输入量明显增加，促进棉株蕾花发育，脱落减少，提早结铃。因此，缩节胺对棉花品器官表现为“双向”调控效应，即：对茎枝以及侧芽和顶芽的生长表现为抑制作用；对棉株的主要“源”（叶片和根系）和“库”（蕾、花、铃）的发育及功能则起着积极的促进作用。

（2）缩节胺化学调控的原则

①早、轻、勤。早调。地膜棉田出苗早，发苗快，苗期生长势强的品种，一般在 2 片真叶时第一次化调；苗期生长势较弱的品种，一般在 4~5 片真叶时进行第一次化调。轻调。苗、蕾期棉株日生长量较小，化调用量宜轻，巨苗、蕾期使用缩节胺过量，往往抑制棉株发育，株高和果枝台数明显减少，造成严重减产；施肥灌水后，花铃期棉株生长势增强，化调用量应适当加大。勤控。为了能恰到好处地塑造理想株型，根据覆膜棉田早苗早发、群体发展快的特点，应实行“少食多餐”的原则。一般壮苗棉田头水前可化调 2~3 次，全生育期可化调 4~5 次。

②分段化调，定向诱导。

缩节胺处理后 3~5d，主茎的生长量开始下降，7d 药效达到高峰，7~15d 是药效发挥的最大作用期，20~25d 直接控制营养生长的效应明显减弱。

缩节胺主要影响正在伸长的节间和将要伸长的节间。苗期和现蕾期调控，影响主茎下部节间和果枝；盛蕾、初花期调控，影响中部节间和果枝；花铃期调控，影响上部节间和果枝。苗期棉株生长较慢，化调的目标是促进棉花根系发育，提高根系活力和吸肥强度，实现壮苗早发。蕾期是棉花进入营养生长和生殖生长并进的时期。此期光温条件下，棉株生理活动旺盛，化调的目标是防止棉株旺长，协调棉株营养生长与生殖生长，搭好丰产架子。盛花期是棉花一生生长最旺盛，需肥、水最多，生理矛盾最集中的时期，化调的目标是控制中后期徒长，促进养分较多地输入棉铃，提高光温富照期的成铃强度，增强内围优质铃，减少蕾铃脱落。

③化学调控与肥水调控结合。棉花的生长发育除受气候条件制约外，还受肥水条件的影响，因此，运用肥水促控和化学调控等综合措施，才能更好地培育理想株型和合理群体结构。在灌水前 3~5d 化调，缩节胺见效时灌水，使棉株处于地下肥水足，地上缩节胺控制的下促上控环境中，棉株生长稳定，发育均衡，营养生长与生殖生长比较协调。化调与施肥相配合，可以发挥棉花更大的增产潜力。但对肥力较高，长势过旺的棉田，在进行化调的同时，一次性施肥量不宜过大，或分二次施用，或推迟施肥，以提高调控效果。对弱苗棉田可采取施肥促进生长后，再化调，做到促控配合夺高产。

④因地、因苗、分类调控。缩节胺化调要根据棉花品种特性、土壤肥力、气候情况、

棉株发育进程和长势等灵活掌握，不搞一刀切。

2. 乙烯利的使用

生长偏旺或晚播晚发的棉田，常常由于吐絮晚而影响棉花的产量和品级，同时还影响秋耕整地。因此，生产上常采用一些催熟技术。最常用的是喷洒乙烯利。

乙烯利是一种乙烯释放剂。它被棉铃吸收后，分解出的乙烯，促进棉铃提早开裂吐絮。试验表明，喷施后 10d，棉株吐絮铃数明显增加；20~25d 为吐絮集中时期，喷药处理比不喷的，吐絮率高 20%以上。各地的经验还表明，只要掌握好施药时期和用量，对棉纤维品质没有明显影响，而霜前花率显著提高。

乙烯利的使用：时间，一般在枯霜前 20d 左右，且连续 7 天左右最高气温达 20℃ 以上时，于中午喷施。由于乙烯利喷在叶片上被叶片吸收后，输向棉铃的极少，所以要求喷洒均匀，尽可能多喷在棉铃上。为了实现喷洒均匀，应使用雾点小的机动喷雾器或超低量喷雾器。

三、作业

- （一）说明新疆棉花高产栽培中如何进行化学调控？
- （二）植物激素和植物生长调节剂两者有何异同点？
- （三）作物化学调控的作用机理是什么？

杂交玉米制种方法及栽培特点（育种）

一、目的：

学习玉米杂交种生产技术操作程序，初步了解玉米杂交种生产的各主要环节。

二、材料与用具

玉米种子生产田

三、内容说明

玉米杂交种生产必须保证质量，在保证质量的前提下，尽量提高玉米杂交种制种的产量。在整个杂交制种过程中，必须做到安全隔离，规范播种，严格去杂去劣，做好花期预测及调节，及时去雄，收获前和收获后要及时降水，种子收获后正确存放，避免混杂。

1. 安全隔离

隔离方式有空间隔离、时间隔离、屏障隔离与作物隔离四种。为确保隔离区安全，在春玉米区一般采用空间隔离的方法。

2. 规格播种

播前对亲本种子进行精挑细选，挑出与亲本种子不一样的种子，挑选后晒种，包衣或药剂拌种防治地下害虫。在地温允许情况下，尽可能早播。

按照父母本行比 进行播种，一般按照母本：父本=6~7:1 进行播种。

制种区父、母本花期相遇，是玉米杂交制种成败的关键。当父、母本的花期协调，达到良好的杂交结实效果，则可以同期播种，不必调节播期。如母本开花期过早或比父本晚，就必须调节播种期。实行错期播种，要先播开花较晚的亲本，隔一定日数再播另一个亲本。错期播种的天数，因杂交组合杂交亲本生育期早晚、播种季节的天气情况、土壤等条件而异。

当父、母本花期相差 3d 以内，生育期长的亲本在播种前一天晚上浸种与另一亲本同期播种。父、母本花期相差 3d 以上错期天数，按父、母本花期相差天数乘以 1.5-2.0, 所得的乘积即错期天数。

按规定的错期天数，常受气候、墒情等因素制约，仍可能出现花期不协调或不适的情况。因此可通过试验或根据经验，掌握父、母本幼苗生育形态，如幼芽拱土，一叶一心及二叶一心等，作为错期播种的指标更为可靠。

3. 田间管理

田间管理要做好中耕松土，以利提高地温，促进根系生长。在抽雄前追施尿素 30kg/666.7m²。注意粘虫、玉米螟及蚜虫的防治，尤其要加强父本行的管理。父本长的不好，花粉量少，影响授粉，导致结实率下降，从而影响制种产量。

4. 花期预测及调节

在正常年份，一般调整播期就可能达到父母本花期相遇，但在气候异常年份，则要注意花期预测，以便及早了解花期相遇情况。

花期预测的方法一般采用叶片计算法，即在制种田里选父母本生长情况有代表性的地段 4—5 处，每一处设一点，选有代表性的父母本植株各 10 株。从苗期开始，随着植株的生长，在第 5、10、15 片叶上，用彩色铅油涂上标记，母本比父本未抽出叶片少一片叶为宜。

花期调节应以促为主，采取以下措施：在拔节前，可以采用偏水、偏肥，促进偏晚亲本的生长。在生育中期，可采用根外追肥的方法，一般采用 1—3% 的过磷酸钙喷洒叶面。拔节期以后，可采用 20PPM 赤霉素或增产灵喷施偏晚的叶片或灌心叶。也可以将激素溶解后加入 1—1.5% 的过磷酸钙和 1—2% 的尿素水溶液，喷洒次数可按需要确定，每隔 3—5 天一次。

5. 去杂去劣

去杂去劣应贯穿玉米的整个生育期，要抓住苗期、拔节后抽穗前和收获脱粒时三个主要时期去杂。苗期去杂可结合间苗定苗进行，根据苗色（黄、绿）、叶鞘色（绿、紫）和叶片宽窄等来识别，去掉与父、母本不一样的各类杂株。拔节后抽穗前去杂，是根据株高、株型和叶片宽窄识别，特别注意去掉那些高大的杂交种植株。收获脱粒时，可根据果穗形状、粒型、粒色、轴色等特性，将杂穗去掉。

常见的杂株、劣株种类：

优势株，这类杂株表现生长势强，植株粗壮、高大，极易识别；

混杂株，这类杂株一般不具有亲本自交系的性状，也易识别；

劣势株，常见的有白苗、黄苗、花苗，矮缩株和其它畸型株等，这类植株数量不多，易于识别；

怀疑株，这类植株很象亲本自交系，一般较难识别，需认真检查，若在苗期不能肯定，则应在拔节期加以鉴别拔除。

6. 母本去雄

母本去雄是整个玉米杂交种生产的关键时期，母本去雄质量的好坏直接影响玉米种子的质量。

制种田母本去雄的时间一般是7月10—20开始到8月初结束。母本去雄时最好要在每天的早晨进行，上午10点以前将母本雄穗彻底去完。

去雄要做到及时、彻底、干净。及时是指母本雄穗在散粉前拔除；干净是指把母本雄穗整个拔除，不留残枝；彻底指全区所有母本雄穗一株不漏地拔除。

为保证母本去雄的质量，目前母本去雄时采取摸苞带叶去雄的方法。就是在雄穗露出顶端叶片前，当用手摸到包在叶片中的雄穗时，可带1~2片顶叶将雄穗拔除。

7. 人工辅助授粉

为提高异交结实率，可在父本散粉盛期，采用人工拉绳的方法辅助授粉。

8. 割父本

为了保证制种纯度，提高制种产量和质量，降低种子混杂几率，应当在父本授完粉后，及时将父本植株砍除。砍除父本行可避免父、母本种子混杂，有利于保证杂交种子纯度，同时可以改善母本行通风透光条件，提高制种产量。

9. 收获

在正常情况下，玉米进入完熟期时粒重和产量最高，故为收获的最佳适宜时期。

在北方生育期短，秋季气温下降快的地区，玉米达到蜡熟末期就可进行收获。

五、作业：

1. 通过参观学习，分析影响玉米种子生产质量和产量的主要因素有哪些？
2. 分析父本分期播种的原因。

加工番茄穴盘育苗和机械移栽技术（育种）

一、目的：

学习掌握加工番茄穴盘育苗移栽技术。

二、材料与用具：

番茄种子。

温室、基质、温度计、营养土、70%代森锰锌、10%磷酸三钠、高锰酸钾、穴盘等。

三、内容说明:

加工番茄在新疆农业经济中占有举足轻重的地位。采用育苗移栽技术可节省种子,避开春季低温雨害等自然灾害,适时移栽保证株数达全苗壮苗,能够提早作物的生育进程、提高单产,缓解收获劳动力的紧张局面。采用移栽机进行的番茄移栽作业可以大幅度提高移栽工效,节省人工、种子费,提高移栽质量。

四、方法与步骤:

1、温室准备:育苗前对温室大棚进行全面检修,确保温室内白天温度保持在 22~25℃,夜间不低于 14℃。

2、基质准备:可以购买番茄育苗专用基质,也可自行配置。

3、营养土消毒:每 m³ 营养土用 70%代森锰锌 80—100g 混拌均匀,进行消毒。

4、种子处理:先用清水浸泡种子,漂去瘪籽沥干,然后用 55-60℃温水将种子浸泡 15min 后,放入 10%磷酸三钠浸泡 20—30min,杀死种子表面的病菌,再用 500 倍高锰酸钾溶液中浸泡 1h,然后,用清水冲洗干净,最后在清水浸泡 8-9h,将种子捞出用纱布袋装好待播。

5、装土与摆盘播种:

先将盘中准装满营养土,用木条将穴盘表面刮平,装盘时压穴;摆盘前一天把苗床做成 2.5—3m 宽的畦,畦埂高 25—30cm;点播:利用 128 孔穴盘播种机,进行点播,每穴 1—2 粒,播深 0.5—1cm,播后覆盖营养土 0.7—1cm,刮平土,不可镇压;播后及时用洒水壶喷水,要求浇匀、浇透。浇完水将穴盘摆好,上面盖一层薄膜闷 2—3d。

6、温度管理

出苗前,床土温度白天应保持在 20℃—28℃,夜间温度保持在 12℃—15℃;当出苗率达到 30%—50%时,可揭去覆盖膜。幼苗出齐后,增强光照并实行降温管理,白天气温保持在 22℃—26℃,地温 20℃—23℃,间气温保持在 12℃—15℃,地温 18℃—20℃,防止徒长。幼苗 2 片真叶到 5 片真叶时,白天温度 20℃—25℃,夜间 12℃—16℃,地温 17℃—22℃,空气相对湿度 55—85%。白天在棚中央适当打开,进行通风换气,逐渐加大通风量和光照时间;移栽前 10—15d,棚温白天由 25℃降到 18℃再降到 12℃,甚至降低到 5—6℃,夜间温度控制在 5℃左右,后期可短期控制在 2℃左右,幼苗变紫色为好。

7、水分管理:

每天保证洒水 1—2 次,根据墒情 10—15d 浇一次苗床水,一般床土不干不浇,宁干勿湿。浇水时可适当施 0.1—0.2%尿素或营养液。

8、挪盘:

对生长旺的苗在三叶期挪盘一次,移栽前 7d 左右再挪盘一次,促进根系生长控制徒长。生长健壮的苗只在移栽前 10d 左右挪盘一次。挪盘前 1—2d 应降温管理,然后立即喷施清水,利于快速缓苗发根。

待苗龄达到 6-7 周后即可移栽（包括 1 周的炼苗时间），以 45-50d 较为适宜，株高 13—15 cm 左右，茎粗 0.3cm 左右，5-6 叶一心，叶片深绿，茎秆紫色，茎秆和叶片无病斑，生长正常的秧苗。

10、移栽

移栽前的准备工作：机械铺膜：采用 90cm 的地膜（0.008mm），要求覆膜笔直，铺膜平展，压膜紧实，采光面宽，膜面无漏气、无破损等，每隔 10m 压一道防风土，滴管带铺设紧直，接口预留合适，无破损无漏铺等。

开沟起垄：沟心距为 1.5m，沟宽 50cm，沟深 15cm，垄面宽 1m。

灌好栽苗水（移栽前 1d）：要求灌足灌透，保证幼苗的成活率。

根据品种要求确定适宜的密度，一般株距 30—35cm。要求深栽，栽实，及时埋细土封洞，不可延误时间过长，否则会影响幼苗生长，在大风天气，要加强防风护膜。

定植时边栽苗边浇（滴）水，以便于供应充足的水分。将不同生长势的苗分开定植，定植深度将土埋至子叶节以下，徒长苗采用卧栽，将苗卧放在定植穴内，将茎部几节埋上，促进根系扩大，缩短缓苗期，栽苗后，应将土稍镇压，一般一星期后再浇（滴）一次缓苗水。

以后的田间管理与直播田相同。

五、作业：

1. 每小组培育一盘番茄苗，并进行管理
2. 待幼苗达到可移植标准时，每组完成自己所育苗的移栽工作，并进行移后管理，并调查成活率。

第四部分 主要作物观察记载标准（罗宏海 樊华）

一、小麦

（一）小麦生育时期调查记载标准

1. 播种期：指实际播种的日期，以月/日表示。
 2. 出苗期：当第一片真叶从胚芽鞘顶端裂口处伸出，长达 1.5~2.0 cm 时即为出苗，全田有 50% 的植株达到上述标准的日期即为出苗期，以月/日表示。
 3. 分蘖期：当田间有 50% 的植株出现第一个分蘖的日期称为分蘖期，以月/日表示。
 4. 拔节期：全田有 50% 以上的植株主茎第一茎节高出地面 2 cm 时即为拔节期，以月/日表示。
 5. 孕穗期：全田有 50% 植株主茎旗叶叶环露出旗叶下一叶的叶环，茎秆中上部呈纺锤形时称为孕穗期，以月/日表示。
 6. 抽穗期：全田有 50% 植株顶端第一小穗露出旗叶叶鞘时为抽穗期，以月/日表示。
 7. 开花期：麦穗中部小穗基部小花开花数达 10% 以上时为开花始期，50% 为开花期，以月/日表示。
 8. 子粒形成期：
 - ①乳熟期。50% 以上子粒能挤出乳白色汁液时为乳熟期，以月/日表示。
 - ②蜡熟期。50% 以上子粒具有蜡质特征时为蜡熟期，以月/日表示。
 - ③完熟期。全田子粒已具备有本品种正常大小和色泽，子粒变硬时为完熟期，以月/日表示。
- 冬小麦还有越冬期和返青期。
9. 越冬期：指日平均气温稳定在 3℃ 以下，植株地上部分基本停止生长的日期，以月/日表示。
 10. 返青期：全田有 50% 以上植株心叶开始转绿为返青期，以月/日表示。

（二）小麦室内考种标准

1. 株高：从地面或分蘖节量到穗顶的高度，取其平均值，以 cm 表示。
2. 芒：分四级。无芒即完全无芒或芒多少不等，长 20 mm；长芒即芒长 20~100 mm，小穗外颖上的有芒。
3. 穗长：量主茎穗长度（不包括芒），以平均数（cm）表示。
4. 穗型：分五种类型。纺锤形：中部大，两头尖；圆锥形：中部大，上部小；圆柱形：宽度、厚度相同，上下一致；倒卵形：上部特大，且较紧密，或称棍棒形；椭圆形：穗短，中部宽而两端微尖。
5. 小穗数：已孕小穗数及不孕小穗数分别记载（计算 25 株，所有穗子的结实与不结实小穗个数，求其平均数）。
6. 穗色：以颖壳色划分，分红、白色。

- 7. 穗粒数：穗结实粒数。
- 8. 粒色：分红色、白色。
- 9. 粒形：分倒卵形、长圆形、椭圆形。

10. 千粒重（g）：以晒干扬净的子粒为标准，混匀样品后任取 1000 粒称其重量，以两次重复相差不大于其平均值 5%时为准。如大于 5%，则需量取 1000 粒称重，以相近的两次称重平均值为准。

- 11. 产量：实收产量，并折算成每 666.7m2 产量（kg）。

（三）小麦病虫害调查标准

1. 蚜害调查方法

在大多数小麦品种处于灌浆期（即麦蚜发生盛期）时，利用模糊识别方法，对田间自然发生的麦蚜混合种群进行蚜害级别调查。调查分三组、每组 2 人同时调查。调查人先在田间扫视鉴定材料总体的蚜虫发生情况，然后逐行进行随机的模糊抽样调查，目测各材料整行麦株上蚜虫的发生数量，确定蚜量最多的 1 株进行调查，判定蚜害级别并记录（见表 1）；调查时，重复内要求固定调查者。

表 1 蚜害级别的划分

蚜害级别	各级别的蚜虫量
0	全株无蚜虫
1	全株有少量蚜虫（10 头以下）
2	全株有一定量蚜虫（10~20 头），穗部无蚜虫或仅有 1~5 头
3	全株有中等蚜虫（21~50 头），穗部少量蚜虫（6~10 头）
4	全株有大量蚜虫（50 头以上），穗部有片状的蚜虫聚焦，蚜虫穗部的 1/4 左右
5	穗部有 1/4~3/4 的小穗有蚜虫
6	全部小穗均密布蚜虫

2. 小麦白粉病调查方法

（1）病叶率：调查发病叶片数占调查叶片总数的百分率

（2）严重度：病叶上病斑菌丝层覆盖叶片面积占叶片总面积的比率，用分级法表示，设 8 级，分别用 1%、5%、10%、20%、40%、60%、80%、100%表示。对处于等级之间的病情则取其接近值，虽已发病但严重度低于 1%，按 1%记。对群体叶片，需按式（1）计算病叶平均严重度。平均严重度的使用，在病害初发期可严格计数计算；当病害处于盛发期且需调查点数繁多时，某点的平均严重度则根据目测估计给出。

$$D = \frac{\sum(d_i \times l_i)}{L} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

式中：D——病叶平均严重度，%；
di——各严重度级值；

li——各级病叶数；

L——调查总病叶数。

(3) 病情指数：表示病害发生的平均水平的一个数值，用式(2)进行计算。

$$I = F \times D \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

式中：I——病情指数；

F——病叶率；

D——病叶平均严重度。

(4) 病点率：调查发病点占全部调查点的百分率。

(5) 病株率：调查发病株数（本标准中株与茎意义相同，均指单蘖或单穗）占全部调查植株的百分率。

(6) 发生程度分级指标

小麦白粉病的发生程度以当地发病盛期的平均病情指数来确定。划分为 5 级，各级指标见表 2。

表 2 小麦白粉病发生程度分级指标

级别	1	2	3	4	5
病情指数	≤10	>10~≤20	>20~≤30	>30~≤40	>40

二、玉米

(一) 玉米生育时期调查记载标准

1. 播种期：实际播种日期，以月/日表示。
2. 出苗期：种子发芽出土高 1-3cm 的穴数达 50%以上的日期。
3. 拔节期：当茎节点长度达 2-3cm，靠近地面用手能摸到茎节，称为拔节，50%植株达到拔节时，称拔节期。
4. 抽雄期：雄穗尖端露出顶叶的植株达 10%为抽雄始期，达 60%为抽雄盛期。
5. 散粉期：10%的植株雄花穗已开始散布花粉时为散粉始期，60%为盛期。
6. 抽丝期：10%植株雌穗已抽出花丝为始期，60%为盛期。
7. 成熟期：一般以 80%以上植株的茎叶变色，籽粒硬化的日期为准。
8. 收获期：成熟后，田间收获日期。
9. 生育日数：由出苗至成熟之间的日期，分两个阶段记载，一为由出苗至吐丝期，二为吐丝期至成熟期（成熟日数不算在内）。

(二) 形态特征

1. 幼苗形状

(1) 叶形：分宽大和细长。

(2) 叶色：分深、浅。

(3) 茎色：(即茎鞘颜色) 分紫、绿。

(4) 生长的强弱：分上、中、下三级。

2. 植株形状

(1) 植株高度：乳熟期测定记载，在全区固定的 10-20 株中(原始材料 10 株，其他实验 20 株，随机选择固定取样株)测定自地面至雄穗顶端的平均高度。

(2) 茎粗：测定地面第三节间中部的直径(以最小的直径为准)。

(3) 穗位高度：测定地面至第一果穗梗着生节上的平均高度。

(4) 空秆率(%)：不结实或穗结实不足 10 粒的植株占全样品植株数的百分率。

(5) 果穗长度：将固定的 10-20 株样株收获后，测定各株的第一果穗的长度(穗基部至果穗顶，包括秃顶)。

(6) 果穗秃尖度：果穗秃尖度以厘米表示之，并计算其所占果穗长度的百分率，以秃尖长占穗长的百分数表示之。

(7) 穗柄长度：自果穗下端至着生茎秆处的长度。

(8) 苞叶长度：测定苞叶长，并测定苞叶长与穗长的比例。

(9) 穗粗：以干果穗中部为准，量其直径。

(10) 轴粗：以干果穗脱粒后穗轴中部为准，量其直径。

(11) 穗形：分为圆柱形、长锥形、短锥形。

(12) 穗行数：数计小区内固定样株(10-20 株)上各果穗上的籽粒行数，以每穗平均行数表示之。

(13) 行粒数：数计小区内固定样株上各果穗有代表性中的籽粒数，以平均数表示 1 行粒数。

(14) 籽粒类型：分马齿型、半马齿型、硬粒型、粉质型、甜质型、糯质型、爆裂型、有孚稗型、甜粉型。

(15) 籽粒色泽：分黄、白、橙红、紫、深紫等色。

3. 经济性状考察

(1) 单株穗重：将固定的样株 10-20 株的果穗收回，称其干果穗平均重量，以克表示。

(2) 果穗重：收获时供试小区内全部果穗的重量。

(3) 茎秆重：供试小区内剥去果穗后茎秆的重量， $\text{kg}/667\text{m}^2$ 表示。

(4) 籽粒产量：单位面积内收获的果穗，脱粒后，称其籽粒干重，以 $\text{kg}/667\text{m}^2$ 表示之。

(5) 籽粒出产率：籽粒重占全部果穗干重的百分率(%)。

(6) 1 株有效穗数：供试小区内果穗总数除以小区内总株数。

(7) 株数：收获期的全区实有株数。

(8) 果穗失水率(%)：果穗失水率(%) = (收获时小区果穗重 - 风干后小区果穗重)

/收获时小区果穗重量×100

(9) 千粒重：晒干脱离后，任取 1000 粒称重，重复 2-3 次，求其平均值，以克数表示之。

(10) 籽粒含水量：籽粒含水量(%) = (籽粒烘干前重量-籽粒烘干后重量) / 籽粒烘干前重量 × 100

(11) 籽粒出粉率：籽粒磨制成粉量占原籽粒重量的百分率（一般取 5kg）。

(三) 生育动态及特性鉴定

1. 叶面积：叶面积(cm^2) = 叶片中脉长度(cm) × 叶片最大宽度(cm) × 0.7 式中 0.7 的实际数值为 0.69583，为改正系数（即用求积仪测得的实际面积与长 × 宽的面积的比率）。

单株叶面积(cm^2) = 全株各叶片中脉长度与最大宽度乘积之和(cm^2) × 0.7

叶面积指数 = 每 667 m^2 绿叶面积(m^2) / 667 m^2

2. 植株的整齐度：植株开花后全区植株生育的整齐度，包括株高、穗长、茎粗等。在乳熟期分为上、中、下三级记载。

3. 果穗的整齐度：将一小区内收获的全部果穗，依其穗长、穗形、色泽、粒型等用自测法评定其整齐度，分上、中、下三级记载。

4. 植株折断率：因风、虫等灾害而倒折的株数，以百分率(%)表示。果穗上、下部折断的植株分别记载，合并计算。

5. 倒伏度：在大风雨后及成熟植株倒伏的株数，以百分数(%)表示之，倒伏度分四级：0（直立），I（倾斜 30°），II（倾斜 ≤ 60°）III（倾斜 ≥ 60°）。

6. 抗病性：以全区发病株数百分数(%)或发病程度（分重、中、轻、无四级）表示之，并注明病种。

7. 抗螟虫性：根据秸秆上及果穗外部虫孔多少及危害程度分重、中、轻。

三、水稻

(一) 水稻本田生育时期记载项目

1. 播种期：实际播种日期，以月、日表示。

2. 出苗期：10%芽谷的不完全叶突破叶鞘且叶色转青的日期为出苗始期，50%为出苗期，80%为齐苗期。

3. 三叶期：50%的秧苗第 3 片完全叶全展的日期。

4. 移栽期：实际移栽的日期。

5. 返青期（缓秧期）：秧苗移栽后，有 50%植株新叶伸出并展开，叶色由黄转绿，心叶开始伸长，同时有新根发生的日期。

6. 分蘖期：有 10%植株新生分蘖叶尖露出母茎叶鞘 1cm 时为分蘖始期。50%为分蘖期，分蘖增长速度最快时为分蘖盛期，总茎蘖数最多时为最高分蘖期，田间茎蘖数与最后有效

穗数相同的日期为有效分蘖终止期。

7. 拔节期：有 50%植株地上部第 1 节间伸长，早稻达 1cm 以上，中、晚稻 2cm 以上的日期。

8. 孕穗期：50%植株的剑叶叶枕全部落下 1 叶叶枕的日期。

9. 抽穗期：全田有 10%的稻穗穗顶伸出剑叶鞘 1cm 时为抽穗始期；50%为抽穗期；80%为齐穗期。

10. 乳熟期：50%以上稻穗中部的籽粒内容物充满颖壳，呈乳浆状的日期。

11. 蜡熟期：50%以上稻穗中部籽粒内容物浓黏，手压有坚硬感，无乳状物的日期。

12. 成熟期：早籼稻 80%、中晚稻 90%、晚粳稻 100%谷粒变黄，米质变硬的日期。

13. 全生育期：从播种第 2 日起至成熟的日期。

（二）生育动态

1. 出苗率：选择有代表性的样点 3-5 个，每个点 30cm×30cm，第 1 完全叶出现时，调查出苗数。

$$\text{出苗率}(\%) = \text{出苗数} / (\text{观察点内种子数} \times \text{发芽率}) \times 100$$

2. 分成秧率：插秧前 1-2 天，选择有代表性样点 3-5 个，每个点 15cm×6cm，调查样点内总苗数和缩脚苗（苗高不足正常苗一半者）的数量。

$$\text{分成秧率}(\%) = (\text{总苗数} - \text{缩脚苗}) / (\text{观察点内种子数} \times \text{发芽率}) \times 100$$

3. 分蘖率：调查样点内总苗数和带分蘖的株数，必要时还可分别计算带不同分蘖个数的分蘖株数。

$$\text{分蘖株数}(\%) = \text{带分蘖的株数} / \text{样点内总苗数} \times 100$$

4. 苗高素质：

①苗高：由苗的发根处量至最长叶叶尖（cm）。

②叶挺长：由苗的发根处量至新叶以下的叶耳（cm）

③绿叶数：不包括未展开的心叶，叶片变黄部超过一半者不计。

④苗基宽：任取 30 株秧苗，每 10 株秧苗平放紧靠在一起，测定秧苗茎部最宽度（不包括分蘖），求平均值。

⑤总根数：取样 30 株，数计一次根（胚根+不定根）的数量，根长不足 0.5cm 的不计。

⑥白根数：指从根基至根尖全为白色的新鲜白根的数目。

⑦地上部干重：随机取 100 株秧苗，剪去根部及附着的谷粒，用吸水纸吸去叶面水分后称重（g）。

⑧地上部干重：将称鲜重的材料置于 105℃烘箱内杀青 15 分钟，再在 80℃条件下烘 48 小时（至恒重），取出置于干燥器内冷却后称重。

⑨单位苗高干重：单株地上部平均干重（mg）/平均苗高（cm）。

⑩单位体积干重：鲜样用排水法量取体积后与干重的比值（mg/ml）。

⑩发根力：将 30-50 株样株从基部剪去根系（注意不剪伤分蘖节），分单株栽于水田，10 天后测量新根数与长度。

（三）经济性状

1. 有效穗数：大田选有代表性的地段 5 个点，每个点测量 11 穴的横、直距离（一端在稻穴内侧，另一端在外侧，共 10 个穴距），求实际行、穴距，数每个点连续 10 穴的有效穗（结实谷粒 10 粒以上的），求平均每穴的有效穗，计算出单位面积有效穗数（抛秧或撒播的每个点取 1m^2 内的有效穗）。

2. 每穗粒数：每个点选取一穴穗数接近该点每穴平均穗数的稻穴，脱粒后用清水水漂法分开实数和空秕粒，分别计数求出平均每穗实粒数、空秕粒数和总粒数，算出结实率。

3. 千粒重：以晒干的实粒经混样和分样后随机取两份 1000 粒称重，以两次重量相差不大于其平均值 3% 时为准，如大于 3%，则另取 1000 粒称重，以相近的两份平均值为千粒重。

4. 理论产量：以单位面积有效穗数、每穗实粒数和千粒重计算成理论产量。

5. 其他参考项目：株高（从发根处量至穗顶）；穗长（从穗颈节量至穗顶）；剑叶长（从叶环处至叶尖长）；剑叶宽（量最宽处）；有效茎平均绿叶数（绿叶面积占全叶 $2/3$ 以上）。

四、棉花

（一）棉花生育期调查记载标准

1. 播种期：播种日期，以月/日表示。
2. 出苗期：两片子叶出土平展为出苗。当棉田的棉苗出现时为见苗期，出苗数占全苗数 10% 时的日期为始苗期，出苗 50% 时为出苗期。
3. 现蕾期：以幼蕾苞叶长约 3 mm 时为现蕾标准。观察区内达 50% 现蕾的日期。
4. 开花期：棉田开始有棉株开花时为始花期；观察区内有 50% 棉株开始开花时为开花期。
5. 吐絮期：棉铃正常开裂能见到白絮时为吐絮，棉田有 50% 棉株吐絮时为吐絮期。
6. 生育期：从出苗到吐絮的总天数为生育期。

（二）植株性状

1. 株型可分为：
 - ①塔形：下部果枝很长，上部渐短，叶枝少。
 - ②筒形：上、中、下三部果枝长短相仿，叶枝少，植株紧凑。
 - ③丛生形：主干短，下部叶枝多。
2. 果枝类型可分为：
 - ①0 型：铃柄直接着生在主茎叶腋处，或果枝只有 1 节，但顶部着生有 2-5 个棉铃。
 - ②1 型：果枝节间很短，在 3-5cm，株型紧凑。
 - ③2 型：果枝节间很短，在 5-10cm，株型较为紧凑。

④3 型：果枝节间较长，一般在 10-15cm，株型较松散。

⑤4 型：果枝节间很长，一般 15cm，株型松散。

3. 株高：打顶前测量从子叶节至主茎生长点的距离，以厘米表示。

4. 第一果枝节位：自子叶节上数至第一果枝着生的节位，子叶节不计算在内。

5. 主茎节间长度：见絮时从第 1 果枝至第 11 果枝的长度，以 10 除之，以厘米表示。

6. 每株结铃数：连续数 10-20 株，平均之。

7. 铃形：圆形、卵圆形、椭圆形或圆锥形，是否有头或棱沟，用文字描述。

8. 铃室数：以数字表示。

9. 铃重：采收中期开裂的正常铃 50 个，晒干称重，以总铃数除之，以克为单位。

10. 开铃情况：分后翻、敞开、紧抱。

11. 成铃（%）：成铃（%）=结铃总数/总果节数×100

12. 收获株数：实数。

13. 霜前花（%）：霜后 5 天以内收花一次，合计以前各次花总量，作为霜前花产量。

计算占总籽棉产量（%），温暖地区可记载分期收花的百分率，以表示早熟性。

14. 僵瓣（%）：僵瓣占籽棉产量的百分数。

15. 籽棉总产量：为各次收花的综合，包括僵瓣、青铃花。

16. 皮棉总产量：根据籽棉总产量，用衣分折算。

17. 不孕籽率：采中部铃 20 个，检查不孕籽数，以百分数表示。

（三）棉花籽棉性状室内考种标准

1. 纤维长度：取籽棉样品健全棉瓢的中部棉籽（每个棉瓣一粒），用左右分梳法，测其中部总长度除以 2，求 20~50 粒的平均值，以 mm 表示。

2. 纤维整齐度。

$$\text{纤维整齐度} = \frac{\text{平均纤维长度} \pm 2\text{mm 的籽棉粒数}}{\text{考察籽棉总粒数}} \times 100\%$$

整齐度标准：90%以上为整齐，80%~90%为一般，80%以下为不整齐。

3. 纤维细度：把一束棉纤维在铡刀上切成三段，中段长 10mm，把中段称重（以毫克表示），再用 150-250 倍显微镜数中段纤维根数（n）。计算每 1g 的总长度米数，也叫公制支数。

$$\text{细度 (m/g)} = 10 \times n / Gf$$

式中“10”是指棉束切取纤维中段的长度（mm）。一般陆地棉的细度为 5000-6000m/g，海岛棉在 7000m/g 以上。

4. 单纤维强度：一根纤维所能承担的重量，在这重量下这根纤维开始断裂。强度用 g 表示。测定方法是取单根或成束的成熟纤维，用仪器测定断裂时所承担的重量，如果是单根纤维，测定 50 根，求平均值。一般陆地棉强度是 4g 左右。

5. 断裂长度：表示纤维强度和细度的纺纱价值，是细度和强度相乘的积，用千米作单位。

断裂长度=0.001×强度×细度

6. 纤维成熟度：测量棉花纤维的两胞壁宽度和中腔宽度的比例求得成熟系数。

成熟系数=两胞壁宽度/中腔宽度

7. 衣分：皮棉占籽棉的百分数。

8. 衣指：100粒籽棉的皮棉重，以g表示。

9. 籽指：100粒棉重，以g表示。

10. 籽色：分光籽、稀毛籽、端毛籽、绿籽、灰籽、白籽。

（四）抗病性

病虫害：自出苗至成熟随时记载其名称，发病时期及危害程度：如“立枯病轻”，“炭疽病重”等，如为枯萎病、黄萎病则须检查病株百分率和发病指数。

五、甜菜

（一）甜菜生育期调查记载标准

1. 播种期：即实际播种日期。

2. 出苗期：小苗子叶出土，展开与地面呈平行为出苗，以穴为单位计算。分始、盛、终三期进行调查记载，出苗达10%为始期，出苗达60%为盛期，出苗达90%为终期。

3. 出苗率：第一次疏苗前调查，用出苗穴数与播种穴数的百分数表示。

4. 生长势：分前期、中期和后期三个时期调查记载，以目测五级分表示。前期即苗期生长势，定苗后十天调查；中期即叶丛繁茂期生长势；后期即开垅时生长势。

5. 抽苔率：在生育中后期调查，以百分率记载。

6. 保苗率：在收获前调查，以百分率记载。

7. 收获日期：根据实际情况适时收获。切削按当地生产上统一规定的标准进行。

（二）甜菜性状室内考种标准

1. 根产量：小区保苗率达85%以上的，按实收计产；个别小区缺苗严重的应作缺区估计；小区保苗在70-85%之间的，应把缺株的相邻株去掉，然后查株收获计产，用单株重换算成理论产量。

2. 含糖率：每小区应选有代表性的1-2行起收全部检糖，株数应不少于20株。检糖应在收获后7日内进行。

六、加工番茄

（一）加工番茄生育期调查记载标准

1. 出苗期：50%幼苗出土的日期。

2. 开花期：50%植株开第一朵花。

3. 果实的成熟：

(1) 绿熟期 果实和种子基本长成，种子四周胶状物已生成，果实周身绿色。

(2) 白熟期 果实充分长大，转白成淡绿色，进入分解阶段，采下可变红色。

(3) 转色期 果实脐部开始转成黄红色，大部分仍是黄色和绿色。

(4) 黄熟期 脐部变红，大部分橙黄色，肩部仍为绿色。

(5) 红熟期 果实全部着色，果肉尚未变软。

(6) 完熟期 果肉色泽更加深浓，果肉逐渐软化。

4. 采收始期：30%植株的果实达到商品成熟度。并注明是始红熟或全红熟。

5. 采收末期：最后一次果实采收日期。

(二) 加工番茄性状室内考种标准

1. 单株产量：10株平均产量。

2. 单位面积产量(千克/亩)：单株产量×每亩株数。或实测产量。

3. 品质及风味：甜、酸、淡、甜酸适中，肉质软、脆、面。总评用上、中、下表示。

附录（李鲁华）

第一章 如何写实验报告

实验报告是为了检验某一种科学理论或假设，通过实验把实验的目的、方法、过程、结果等记录下来，经过整理，写成的书面汇报。实验报告则客观地记录实验的过程和结果，着重告知一项科学事实，不夹带实验者的主观看法。它主要的用途在于帮助实验者不断地积累研究资料，总结研究成果。它具有确证性、纪实性、格式固定性。实验报告的书写是一项重要的基本技能训练。它不仅是对每次实验的总结，更重要的是它可以初步地培养和训练学生的逻辑归纳能力、综合分析能力和文字表达能力，是科学论文写作的基础。因此，参加实验的每位学生，均应及时认真地书写实验报告。要求内容实事求是，分析全面具体，文字简练通顺，书写清楚整洁。

一、实验报告的基本内容

（一）实验题目

要用最简练的语言反映实验的内容。如验证某观察、定律、算法，可写成“×××验证”；×××分析。

（二）实验目的

目的要明确，在理论上验证定理、公式、算法，并使实验者获得深刻和系统的理解，在实践上，掌握使用实验设备的技能技巧和程序的调试方法。一般需说明是验证型实验还是设计型实验，是创新型实验还是综合型实验。本次实验所要达到的目标或目的，掌握什么仪器，什么方法。

（三）实验原理

主要公式或者核心原理

（四）实验用品

写出主要的仪器和药品，应分类罗列，不能遗漏；实验报告中应该有为完成实验所用试剂的浓度和仪器的规格。

（五）实验步骤

只写主要操作步骤，不要照抄实习指导，要简明扼要；画出实验流程图（实验装置的结构示意图），再配以相应的文字说明，这样既可以节省许多文字说明，又能使实验报告简明扼要，清楚明白；分点把步骤写全。

（六）数据处理

实验结果的表述，一般有三种方法：1. 文字叙述：根据实验目的将原始资料系统化、条理化，用准确的专业术语客观地描述实验现象和结果，要有时间顺序以及各项指标在时间上的关系。2. 图表：用表格或坐标图的方式使实验结果突出、清晰，便于相互比较，尤其

适合于分组较多，且各组观察指标一致的实验，使组间异同一目了然。每一图表应有表目和计量单位，应说明一定的中心问题。3. 曲线图：常见的曲线图应用记录仪器描记出的曲线图，这些指标的变化趋势形象生动、直观明了。在实验报告中，可任选其中一种或几种方法并用，以获得最佳效果。整理图表、计算过程、结论。

二、做实验应注意的问题

(一)实验预习

在实验前每位同学都需要对本次实验进行认真预习,并写好预习报告,在预习报告中要写出实验目的、要求，需要用到的药品、仪器设备以及简要的实验步骤，形成一个操作提纲。对试验中的安全注意事项及可能出现的现象做到心中有数，但这些不要求写在预习报告中。

设计性实验要求进入实验室前写出实验方案。

(二)实验记录

学生开始实验时，应该讲记录本放在手边，将实验中所做的每一个操作步骤、观察到的现象、所测得的数据及相关的条件如实记录下来。

(三)实验总结

主要内容包括对实验数据、实验中的特殊现象、实验操作的成败、实验的关键点等内容进行整理、解释、分析总结，回答思考题，提出实验结论或提出自己的看法。

三、实验报告格式

石河子大学实验报告

学院：	专业：	班级：
姓 名	学 号	实验组
实验时间	指导教师	成绩
实验名称		
实验目的		
实验原理		
实验用品		
实验步骤		
数据		

处理	
----	--

第二章 如何写好生产实习总结

一、实习总结报告撰写规范

（一）实习报告的基本结构

1. 前置部份包括封面，实习计划表

（1）封面的内容：系别、专业班级、学生姓名、指导教师、实习时段等，由毕业生本人填写，需要填写的地方，字体字号为“仿宋,小三”，实习时段由各系自己确定，格式示例:2014.4.10.-2014.6.10。

（2）实习计划表由指导教师填写。

2. 主体部份：实习报告正文

（1）实习报告的题目一律统一格式为：“关于在**单位从事**岗位的实习报告”或“关于在**单位开展**业务的实习报告”

（2）实习报告正文内容必须包含以下四个方面：

①实习目的：言简意赅，点明主题。

②实习单位及岗位介绍：要求写出实习点自然资源状况；实习单位的全称、性质、规模、法人、业务、效益、岗位名称、岗位人员状况、岗位职责、岗位业务流程等情况，绘出单位组织结构图及生产流程图；要求详略得当、重点突出，重点应放在实习岗位的介绍上。

③实习内容及过程：这是重点，内容不少于 1500 字。要求内容翔实、层次清楚；侧重实际动手能力和技能的培养、锻炼和提高，严禁日记或记帐式的简单罗列。

④实习总结及体会：这是精华，内容不少于 500 字。要求条理清楚、逻辑性强；着重写出对实习内容的总结、体会和感受，特别是自己所学的专业理论与实践的差距和今后应努力的方向。

⑤ 致谢：这是对实习单位及企业的指导教师的感谢，用语言简意赅、真情流露即可。整体实习报告的内容必须与所学专业内容相关，字数不少于 3000 字。

3. 最后是实习成绩考核表

（二）实习报告文字编写格式和装订要求

1. 实习报告一律要使用 A4 纸打印成文。

2. 字间距设置为“标准”

3. 行间距为 22 磅。

4. 字号设置为：

（1）标题：宋体小二号加粗；

- (2) 正文一级标题：宋体四号加粗；
- (3) 正文二级标题：宋体小四号加粗；
- (4) 其余汉字均为宋体小四号；
- (5) 正文中所有非汉字均为 Times New Roman 体；

5. 毕业实习装订的顺序是：封面、毕业实习计划表、毕业实习日记、正文（实习报告）、毕业实习成绩考核表。

6. 装订方法：两枚书钉左侧装订，距左边距 1.3cm，每枚书钉距上下边距各 8cm。

7. 实习报告的封面、毕业实习计划表、毕业实习成绩考核表，所有学生的格式都要统一。

8. 各系归档时，要将“张三”的实习报告和“张三”的实习日记放到一块。

（三）时间安排

实习时间：**周，**** 年**月**日——****年**月**日。

（四）毕业实习成绩评定

- 1. 学生必须完成实习的全部任务，并提供全套实习资料，方可参加考核。
- 2. 实习成绩按优（90-100 分）、良（80-89 分）、中（70-79）、及格（60-69）和不及格（60 分以下）五级记分评定，综合考核学生实习任务完成情况、实习日记 15%、实习单位鉴定占 20%、实习业务专题报告 35%、实习报告 30%等。
- 3. 实习不及格者，须重新实习，费用自理。
- 4. 实习成绩记入学生成绩档案。
- 5. 毕业实习成绩为优秀的应控制在 30%以内。

（五）毕业实习资料装袋要求

- 1. 毕业实习报告（封面、正文、实习单位鉴定表、指导教师评阅表）
- 2. 实习日记
- 3. 业务专题报告
- 3. 实习鉴定表（一式两份，一份装订，一份进档案）

二、生产实习总结格式

石河子大学农学院*** 届毕业生

生产实习总结

学 院：
专 业：
班 级：

学 号：
学生姓名：
指导教师：

20**年**月**日

关于在 ××××××××××××××的实习报告

- 一、 实习目的
- 二、 实习单位及岗位简介
- 三、 实习内容及过程
- 四、 实习总结及体会
- 五、 致谢

三、 实习总结报告范文

西藏燕麦生产现状及发展（范文一）

实习单位简介

西藏自治区农牧科学院农业研究所生态耕作研究室，是专门从事农田生态与保护、农业耕作栽培、优质饲草作物选育等方面研究的科室。具有高级职称 1 名、副高级职称 2 名。先后承担了国家自然科学基金、自治区科技厅、自治区财政厅、自治区农发办、拉萨市科技局等单位重大科研推广项目，在科技合作方面，同兰州大学、中国农科院，澳大利国际农业研究中心（ACR）、国际粮农组织建立长期合作关系。多年来，本科室结合西藏各地农业耕作栽培现状与突出问题，深入开展农业耕作与栽培综合体系研究，为我区农业增产、增收、增效，做出了积极贡献。

实习目的

通过实习，可以使我们熟悉农学专业对作物选种的具体操作流程，增强感性认识，并可从中进一步了解、巩固与深化已经学过的理论和方法，提高发现问题、分析问题以及解决问题的能力。在农科院具体实习过程中，能够接触国际知名专家的具体操作和讲座，还

能对某一行业深入彻底的了解并能切身体会到国际农业中不同当事人面临的具体工作与他们之间的互动关系，接触农科院农业研究所制定的各种战略以实现跨国交流和良好的社会口碑；认识当前西藏形势、环境条件等宏观现象，能够接触真实的实地操作，了解自身存在的不足，并积累一定的经验，为将来走上工作岗位打下良好基础。

实习内容

在实习的前两个星期，我们的主要工作就是下地对作物的长势进行分析，如株高、病虫害和当前生长发育阶段等分析。通过这些简单的工作，我了解到农学专业对作物分析的基本操作流程。当中任何一个环节出错都会带来繁琐的纠正工作。刚开始认为对于简单的记录工作完全可以胜任的我，慢慢明白，最重要的不是快，而是精。

西藏自治区位于我国西南边陲，面积 122.84 万平方公里，地势高峻，是青藏高原的主体，素有“世界屋脊”和“地球第三极”之称，平均海拔 4000 米以上。西藏各地的农牧业主要由海拔高低所决定，其中海拔 3000~4200 米之间的耕地面积，约占全西藏可耕地面积的 70%左右，是以种植业为主的农区，种植的是喜凉的青稞、小麦、油菜、豌豆等农作物，其中青稞、小麦占总播种面积的 75%左右。

过去野生燕麦在西藏随处可见，作为栽培燕麦在西藏仅有零星种植。广大农牧民群众缺乏对这一古老作物认识 and 了解，更谈不上科学管理，随着我区农区畜牧业的发展，燕麦不但是优质饲草，其籽粒还是优质饲料。其茎叶多汁、柔嫩、营养价值高，蛋白质、脂肪、可消化纤维均高于小麦、青稞秸秆，在西藏燕麦作为主要的饲草料作物，已得到大家的共识，成为我区农区发展畜牧业的主要饲草作物。

1 西藏发展燕麦的重要作用

西藏作为全国第五大牧区，天然草场超载放牧，造成现在草场退化，产草量降低，载畜量下降，高原生态受到威胁。草畜矛盾和生态环境的恶化，客观上要求加强人工草场的建设，调整畜种畜群结构，挖掘潜力提高饲草供给能力，所以发展燕麦生产势在必行，且迫在眉睫，是解决西藏草畜矛盾日益突出和实现农区畜牧业可持续发展的必然选择。其次，西藏农区（圈养）每年 9 月脱粒后，产生了大量的作物秸秆还不能满足整个冬春季节的饲草需求，而在每年的 3~5 月，是西藏最缺饲草的季节，在这个阶段大量牲畜死亡，形成牲畜秋肥、冬瘦、春死的恶性循环。大力发展饲草燕麦生产，可以在每年的 7 月刈割鲜草饲喂牲畜，或者制作成青干草，燕麦秸秆还可打成草捆便于运输、贮藏，用于冬季缓解冬春饲草紧缺的状况。为西藏发展农区畜牧业做出重要贡献。

2 西藏燕麦科研与生产现状

2.1 品种引进

2000 年以后西藏自治区粮油基本实现了自给，广大人民群众基本解决了温饱问题。西藏自治区党委政府提出：调整农业结构、扩大经济作物和饲草的种植比例。以此为契机，西藏农牧科学院农业研究所自 2004 年起，从全国不同省市引进优质饲草作物品种试种。尤

其是自加入了“国家燕麦产业技术体系”并建立日喀则试验站后，从全国各相关燕麦研究机构引进 200 余份优质燕麦品种（系），进行品种筛选，从中选择出适宜西藏一江两河农区种植的优质燕麦品种：“白燕 2 号”、“农饲 30”、“白燕 8 号”等品种，为西藏发展燕麦产业奠定了品种基础。

2.2 技术研究

燕麦对西藏农民来说还是新鲜事物，以前的杂草摇身一变成了可在耕地种植的高产优质饲草作物，农民还不习惯。为此，试验站结合西藏生态气候特征、农民传统种植习惯、以及部分燕麦品种特征特性进行了相应的研究。研究出了“双季饲草”、“夏粮秋草”等栽培模式。使农民在短期内认可了燕麦是优质高产的饲草作物。

2.3 示范推广

“国家燕麦产业技术体系—日喀则试验站”在日喀则曲美乡种植示范种植“白燕 2 号”5000 多亩，试验结果初步表明：在水浇地上种植“白燕 2 号”平均株高 170cm 左右，在旱地等雨种植“白燕 2 号”平均株高 60~80cm 左右，籽粒产量和干草产量为 260 斤和 530 斤。同时，项目还在拉萨市墨竹贡卡县、堆龙德庆县、山南地区乃东县等地均开展了示范种植，取得了较好的效果，项目的实施有效的解决了当地饲草紧缺的状况，提高了土地利用率，对促进畜牧业发展和调整种植业结构及增加农民收入有着显著的社会意义和经济效益。

3 发展西藏燕麦生产的措施

3.1 大力引进燕麦新品种

品种作为技术的载体，是作物高产的核心。应大力引进优质燕麦新品种，①引进适宜西藏高海拔地区种植的品种，以满足半农半牧区发展畜牧业对饲草料的需求；②引进适宜多次刈割的燕麦品种和高产优质燕麦品种，满足农区发展畜牧业对饲草品种的需要。

3.2 改变传统观念、推广先进实用技术

燕麦作为我区全新的作物，缺少相关的栽培技术及管理经验，首先改变群众重粮食作物轻经济饲草作物的传统思想，科学施肥、科学管理，提高作物产量；其次燕麦种植应选择在有一定灌溉条件的中等肥力地块，加大燕麦秸秆加工、贮藏技术，带动饲草产业的发展，增加农民的收入。

3.3 调整种植业结构、保护天然草场生态平衡

保护天然草场的生态平衡，推广粮食—经济—饲草三元结构种植模式，增加饲草料的供给量，提高农业和畜牧业生产的经济效益、社会效益和生态效益。

3.4 大力发展燕麦产业

燕麦籽粒中含有 β -葡聚糖、燕麦淀粉、蛋白质等多种物质，具有降低血压、降低胆固醇的作用，还可预防心脏病和控制糖尿病。秸秆作为畜牧业发展的优质饲草。目前试验站正在以“日喀则曲美乡”为基地建设燕麦米加工生产线。同时以燕麦草为核心的“草-畜交

换模式”、“农区种草、牧区繁育”农区饲草牧区牲畜的循环利用模式已初步建立起来。使西藏燕麦科研、生产、产业化呈现美好的发展前景。

实习收获与体会

这次实习，除了让我对农牧业的一定了解，并且能进行基本操作外，我觉得自己在其他方面的收获也是挺大的，作为一名一直生活在单纯的大学校园的我，这次实习无疑成为了我踏入社会的一个平台，为我今后踏入社会奠定了基础。

下面，我将实习工作总结如下，敬请各位提出宝贵意见。

首先，我觉得在学校和单位的很大一个不同就是进入社会以后必须要有很强的责任心，在工作岗位上，我们必须要有强烈的责任感，要对自己的岗位负责，要对自己办理的业务负责，如果没有完成当天应该完成的工作，那科员必须得加班，如果不小心出现了错误，ye 必须负责纠正。

其次，我觉得工作后每个人都必须要坚守自己的职业道德和努力提高自己的职业素养，正所谓做一行就要懂一行的行规，在这一点上我从实习单位同事那里深有体会，比如，小工在对作物进行脱粒的时候，不小心散出的籽粒也要一粒一粒的收集起来，因为这些都会影响最后的数据，也是对本职工作的负责。所以科员的工作态度问题尤为重要，这点我有亲身感受。

最后，我得到了实际工作中以后，对学历的要求也是很高的，而且还要看个人的专业素质，任何工作，做的时间久了是谁都会做的，在实际工作中动手能力更为重要。

因此，我体会到，如果将我们在大学里所学的知识与更多的实践结合在一起，用实践来检验真理，使我们能从一个浑身书本味的大学生转换成一个能实际操作的实践者，这才是我们实习的真正目的。

致谢

很感谢实习单位给我们这么好的实习机会，让我学习很多、成长很多、收获很多。

生产实习总结范文（二）

一、实习单位概述及岗位、任务完成情况

经过两轮的面试后，我很幸运进入到 xx 单位进行为期 xx 生产实习，该实习单位点基本情况 xxxxxxxxxxxx 为辅；公司采用公司+农户+基地的模式分别在 xxxxxx 种植咖啡 870 余亩，于 x 年 x 月完成定植；xxxxxxxx 投产咖啡地 xxx 余亩，公司在 x 年 x 月下旬通过有机咖啡认证；并于 x 年 x 月下旬推出 xxxxxxxxxxxx；同时林下药材基地已完成 x 亩三七和 x 亩重楼的定植，目前即将开始半夏育苗等工作。

二、实习内容总结

在一年的实习生活中，我学到了从一粒咖啡种子育苗到一杯咖啡制作的整个生产过程。

（一）咖啡的定植与管理 x 月初到基地，那时正是咖啡定植时期，到基地的第二天经过临时培训后便开始在 x 余亩的地里穿梭着指导咖农挖穴、定植，因为这里是少数名族地区，大部分咖农都听不懂普通话，以前也没有种过咖啡，咖农随意改变株行距，定植咖啡苗过深或过浅等等，原本很容易的事情，变得复杂起来。为了避免此类事情的发生，公司又一次组织咖农培训如何挖穴、定植，为什么要按照我的要求挖穴、定植。可最终的效果也很不理想。我和同事便每天到咖农地里亲手指导定植，过着早出晚归的日子，无非是给我一个下马威，几个月下来勉强的完成了咖啡的定植工作。

定植工作基本结束后，开始具体分配个人的工作。我和另一个同事负责苗圃地和一个刚定植完的基地，因为经验欠缺，刚接管的苗圃地出现大面积的病虫害，及经周折后，苗圃地的病虫害得到了明显的改善后，便开始拟造咖啡满月肥（定植后一个月）肥料发放表格后开始发放肥料、培训如何施肥（施肥位置、方法、施肥量等）。由于农民的积极性不高，整个施肥工作到 x 月底才结束。在这段时间里我学会了苗圃管理的很多知识以及怎样更好的和当地农民沟通，利用到基地里指导施肥的同时还拾到很多鸡枞，乐在其中……

一转眼，就到了 x 月，利用假期我到普洱市某咖啡基地、咖啡初加工厂参观，了解咖啡的初加工过程。回到基地后我和同事做了定植咖啡、苗圃咖啡及无纺布营养袋咖啡苗弯根率调查，并作好调查记录。（定植咖啡弯根苗率为：xxx；苗圃咖啡弯根苗率为：xxx；无纺布营养袋咖啡苗弯根率为：xxx）；苗圃地日常管理；xxxxxxxxxx 育苗；月中旬和技术总监到基地里调查咖啡长势、病虫害和荫蔽树长势情况，在调查过程中发现大部分咖啡苗受虫害比较严重，荫蔽树长势缓慢，随后发了一次防治病害和虫害的农药，起到了很大的防治效果。月下旬同副经理到 xxxxxxxxxxxx，且作好了相关记录。

（二）咖啡的鲜果处理与初加工 x 月，林下药材基地在原始的树林下定植 x 亩重楼和 x 亩三七和 xxx 育苗；而我也被调配到另外一个咖啡基地负责咖啡鲜果验级、过磅、初加工（脱皮、脱胶、发酵、清洗、分级、晾晒、水份测量（控制）、入库及出库记录）等工作，在加工前期采用有水发酵，发酵都很顺利，发酵后果胶用手轻轻揉搓就能揉搓干净，洗出来的豆子很漂亮。到了 x 月中旬时，果胶很难清洗，果胶没有清洗干净且天气阴霾，豆子很容易发霉。温度不能达到发酵的温度，就开始采用无水发酵并在发酵池上盖一层薄膜，解决了发酵不到位的问题，采用无水发酵可以在很大程度上保留咖啡的品质。解决完发酵问题的同时新的问题也随之而来，随着采果的不断进行，每天收果量也不断增加，最高时每天可以收 x 吨咖啡鲜果，这给加工和晾晒带来了很大的困难，冬季上午雾很大，x 点左右雾才能完全散开，下午 5 点 30 分左右太阳就晒不到晒场。平均每天 6.5 小时的晾晒时间很难在 3—5 天内将 x 晒到 x 的含水量，随后采取了晾晒架叠加晾晒的办法，一定程度上缓解了晾晒的问题。利用空余的时间到咖农地里帮助咖农采摘咖啡，了解一些咖啡日常管理中出现的问题。首先，因为是第一次接触咖啡初加工，自己缺乏初加工的经验，其次公司刚买下这块咖啡地，在设备投入和基础设施建设上来不及改善，给初加工过程中带来了很多问

题和困难，发现问题后我也及时的解决了。经过这次初加工后，我得到了很多宝贵经验，也为以后的初加工积累了经验。

初加工结束后，我的工作又有了新的变动，回到原来的基地。负责咖啡基地日常管理、苗圃日常管理、办公室日常工作、协助林下药材基地部分工作、农民专业合作社申请材料的前期准备。因为干旱，给基地去年定植的咖啡长势带来了严重的威胁，干旱导致土壤开裂、咖啡长势差、部分咖啡已经枯死。经过认真调查后得知，土地为什么会开裂那么严重后，感叹不已。下一次定植前自己也知道怎样在原来的基础做好定植前的台面处理工作，尽可能避免水份缺失很严重的现象；每个星期我都会到基地观察咖啡长势 并记录；统计补苗数量；利用休息时间拟造所有基地肥料发放表；配合其他部门做好相应事项。

三、实习体会与致谢

转眼间，一年的实习生活就要结束了，细细回想。实习的一年里我学到了很多很多在学校里学不到的知识、经验，在这一年里自己也在不断的成长，不断的进步。在自己不断成长，不断进步的同时要感谢公司给我这个学习的机会，感谢帮助过我的老师和同学们！

生产实习总结范文（三）

一、生产实习内容

（一）何首乌扦插育苗技术

1. 整地 可在林地、山坡、上坎及房前屋后零星地块种植。选排水良好、较疏松肥沃的土壤或砂壤土栽培为好。选好的地块在冬前深翻 30 厘米以上，使其充分风化。整地前每亩施杂肥 4000 千克，用犁耙平整，打碎泥土后，育苗地起成高约 20 厘米、宽约 1 米的平畦，定植地起成高约 30 厘米、宽约 1.3 米的高畦。

2. 育苗技术 每年早春，选生长粗壮、半年生的藤蔓作插条。切成 10~20cm 长，保留 2~3 个节芽，数十根捆为小把，分别用生根粉 1 号、2 号、3 号、奈乙酸、2.4-D 作浸根处理。按行距 15—18 厘米，开沟深 10 厘米，以株距 3 厘米将扦插条摆入沟中，覆土压实，插条有 2 个芽要埋入土中，注意要顺芽生长的方向插，畦面上盖草。10 天后就会长出新根，30 天后便可移栽进定植地。 移栽定植宜在秋季进行。在定植地上按株行距 25 厘米×35 厘米挖穴，每穴种入 1 株种苗，每畦种 2 行，种后覆土压实，浇淋定根水。

3. 除草管理 定植初期要经常浇水，保持土壤湿润，幼苗期应勤于除草，一般搭架后不宜入内除草。

（二）草决明栽培技术

1. 整地 宜选排灌条件较好的平地或向阳坡地，忌连作。每 1000 平方米施农家肥 2 000 公斤~3000 公斤，配加过磷酸钙 80 公斤作基肥。深翻，整细耙平，作成 1.3 米宽的平畦。

2. 施肥 每 1000 平方米施农家肥 2 000 公斤~3 000 公斤，配加过磷酸钙 80 公斤作基肥。

苗高 35cm 左右，植株封垅前，亩施过磷酸钙 20kg、硫酸铵 10~15kg，混施于行间，然后中耕培土，把肥料埋在土中，并可防止植株倒伏。

3. 播种 一般用种子播种。选籽粒饱满、无虫蛀的种子，用 50℃温水浸泡 24 小时，待其吸入水分膨胀后，捞出稍晾干后，即可播种。以条播为宜，行距 50~70cm，开 5~6cm 深的沟，将种子均匀撒在沟内，覆土 3cm，稍加镇压，浇水，播后 10 天左右出苗。播种期以清明至谷雨期间(4 月中旬)，气温在 15~20℃时为宜。每 1000 平方米用种 2 公斤~3 公斤。北方天旱，要先灌水后播种，不要播后浇水，以免表土板结影响出苗。

4. 除草管理 苗高 3~6cm 时，进行间苗，把弱苗或过密的幼苗拔除；苗高 10~13cm 时定苗，株距 30cm 左右。在间苗和定苗同时进行松土锄草，保持土壤疏松。雨后土壤板结要及时中耕。并注意株间浅锄，行间深锄。

(三) 桔梗栽培技术

1. 整地 选背风向阳、土壤深厚、疏松肥沃、有机质含量丰富、湿润而排水良好的砂质壤土为好。前茬作物以豆科、禾本科作物为宜。黏性土壤、低洼盐碱地不宜种植。适宜 PH6~7.5。每亩施腐熟农家肥 3500 kg、草木灰 150 kg、过磷酸钙 30 kg，深耕 30~40 cm，拣净石块，除净草根等杂物。犁耙 1 次，整平作畦或打垄。畦高 15~20 cm，宽 1~1.2m。土壤干旱时，先向畦内浇水或淋泼稀粪水，待水渗下，表土稍松散时再播种。

2. 施肥 桔梗一般进行 4~5 次追肥。齐苗后追肥 1 次，每亩人畜粪水 2000kg，以促进壮苗；6 月中旬每亩追施人畜粪水 2000kg 及过磷酸钙 50kg；8 月再追施 1 次；入冬植株枯萎后，结合清沟培土，施草木灰或土杂肥 2000kg 及过磷酸钙 50kg。次年春齐苗后，施入人畜粪水，以加速返青，促进生长。适当施用 N 肥，以农家肥和 P 肥 K 肥为主，对培育粗壮茎秆，防止倒伏，促进根的生长有利。2 年生桔梗，植株高，易倒伏。若植株徒长可喷施矮壮素或多效唑以抑制增高，使植株增粗，减少倒伏。

3. 播种 桔梗的繁殖方法有种子繁殖、扦插繁殖、切根繁殖和芦头繁殖的方法，生产中以种子繁殖为主。

1) 种子播种 四季均可播种。秋播当年出苗，生长期长，产量和质量高于春播，秋播于 10 月中旬以前。冬播于 11 月初土壤封冻前播种。春播一般在 3 月下旬至 4 月中旬，华北及东北地区在 4 月上旬至 5 月下旬。夏播于 6 月上旬小麦收割完之后，夏播种子易出苗。

播前，种子可用温水浸泡 24 h，或用 0.3%的高锰酸钾浸种 12~24 h，取出冲洗去药液，晾干播种，可提高发芽率。也可温水浸泡 24 h 后，用湿布包上，上面用湿麻袋片盖好放置催芽，每天早晚各用温水淋 1 次，3~5 d 种子萌动，即可播种。

①直播 种子繁殖在生产上常用直播方法来播种。种子直播也有条播和撒播两种方式。生产上多采用条播。条播按沟心距 15~25 cm，沟深 3.5~6 cm，条幅 10~15 cm 开沟，将种子均匀撒于沟内，或用草木灰拌种撒于沟内，播后覆盖火灰或细土，以不见种子为度，0.5~1 cm 厚。撒播将种子拌草木灰均匀撒于畦内，撒细土覆盖，以不见种子为度。条播每

亩用种 0.5~1.5 kg，撒播用种 1.5~2.5 kg。播后在畦面上盖草保温保湿，干旱时要浇水保湿。春季早播的可以采取覆盖地膜措施。

②育苗移栽 育苗：桔梗育苗移栽一般在 4~6 月份均可，过早，由于桔梗苗小影响苗的质量，过晚苗大影响移栽，一般亩用种量 10~12kg。具体方法：选择土地既不能在高坡也不能在低洼田块，最好选择排水良好的田块，土地要精耕细作，施足底肥，最好深翻一尺半以上，整好畦面，以利干旱时喷灌水用，而后将桔梗种子拌好细土均匀的撒播，上面稍作震压，覆盖杂草，保持土壤湿润，一般 10~12 天即可出苗，待出齐苗后，选择雨天除去覆盖物，以利幼苗生长。

移栽：生长期 1 年。于当年秋冬季至翌年春季萌芽前进行，选择 1 年生直条桔梗苗，大、小分级，分别栽植。栽植时，在整好的栽植地上，按行距 19cm 开深 25cm 的沟，然后将桔梗苗呈 75°角斜插沟内，按株距 6~8cm，覆土压实，覆土应略高于苗头 3cm 为度。

2) 扦插繁殖 从地里发出的当年生枝条的中下部，小段插条长约 10cm，去掉下半部分叶，以 10-4 NNA 处理 3h，插入基质约 1/2 长，插后及时浇头谁，以后经常喷水保湿。

3) 切根繁殖 在收获桔梗时，选取中等大小、无病虫害、健康饱满植株，距顶芽 2-3cm 横切，然后根据芽的分布进行纵切，每个切块上有芽 2-3 个，切面要求平滑整齐。切口用生根粉处理后即可进行栽种。栽植地选择砂质土，床面宽 1m，高 20cm，按照株行距 14cm×10cm 开沟栽植，栽后上覆 4-5cm 细土。

4. 除草管理 由于桔梗前期生长缓慢，畦面易滋生杂草，故应及时除草。由于株行距小，种植密度大，不宜中耕除草，应及时人工拔除。一般为 3 次，第一次在苗高 7-10cm 时，一月之后进行第二次，再过一个月进行第三次，力争做到见草就除。

（四）半夏栽培技术

1. 整地 选湿润肥沃、保水保肥力较强、质地疏松、排灌良好的砂质壤土或壤土地种植，亦可选择缓坡地域小平地。黏重地、盐碱、涝洼地不宜种植。于 10-11 月间，深翻土地 20 cm 左右，除去砾石及杂草。每亩施农家肥 5 000 kg，饼肥 100 kg 和过磷酸钙 60 kg，翻入土中作基肥。于播前，再耕翻一次，然后整细耙平，做畦。起畦高 30cm、宽 1.2-1.5cm。畦沟宽 40cm，长度不宜超过 20cm，以利排灌。

2. 施肥 每亩施农家肥 5000 kg，饼肥 100 kg 和过磷酸钙 60 kg，翻入土中作基肥。每公顷地施圈肥或土杂肥 37500~60000 千克，施过磷酸钙 225~300 千克，撒于畦面。

3. 播种 分块茎繁殖、珠芽繁殖、种子繁殖，但种子和珠芽繁殖当年不能收获，用块茎繁殖当年能收获。

1) 块茎播种 于当年冬季或次年春季取出储藏的种茎栽种，以春栽为好，秋冬栽种产量低。春栽宜早不宜迟。挖当年生的小块茎用湿沙土混拌存放在阴凉处进行繁殖。早春 5 cm 地温稳定在 6~8℃时，即可用温床或火炕进行种茎催芽。催芽温度保持在 20℃左右时，15d 左右芽便能萌动。在整细耙平的畦面上开沟条播。行距 12~15 cm，株距 5~10 cm，沟宽

10 cm，深 5 cm 左右，沟底要平。每条沟内交错排列两行，芽向上摆入沟内。栽后，上面施一层混合肥土沟土提上覆盖，厚 5~7 cm，耧平，稍加镇压。每亩用混合肥土 2000kg 左右。然后。将沟土提上覆盖，厚 5-7cm，稍加镇压。 若结合地膜覆盖栽培，栽后立即盖上市膜。4 月上旬至下旬，当气温稳定在 15-18℃，出苗达 50%左右时，应揭去地膜，以防膜内高温烤伤小苗。去摸前，应先进行炼苗。

2) 珠芽播种 夏秋间利用叶柄下珠芽进行条播，按行距 10-16cm，株距 6-10cm，条沟深 3cm，开穴，每穴放株芽 3~5 个，播后覆以厚 2~3 cm 的细土及草木灰，稍加压实。同时施入适量的混合肥。亦可在原地盖土繁殖，即每倒苗一批，盖土一次，以不露株芽为度。

3) 种子播种 当佛焰苞萎黄下垂时，采收种子，夏季采收种子课随采随播。将秋季开花后十余天佛焰苞枯萎采收成熟的种子放在湿沙中贮存，备播种，分春秋二季播种，春天在做好的畦上按行距 10~13 厘米开沟，将种子均匀撒入沟内，覆土 10~13 厘米，并盖稻草保墒，当苗高 10 厘米时定植。

4. 除草管理 半夏出苗是也是杂草生长之时，条播半夏的行间可用较窄的锄头除草，同时可为出苗后的半夏培土，而与半夏苗生长在一起的杂草则只能用拔除的方法；撒播的也只能用拔草的方法。除草在一年的半夏生长期中应当不止一次。要求是尽早拔除，不能够让杂草影响半夏生长，应当根据杂草的生长情况具体确定除草次数和时间。除草后应立即施肥。除草可结合培土同时进行。

二、生产实习总结

这次生产实习地点在贵州大学教学实验场，药用植物栽培专用地开展教学实习，其中包括多个不同药用植物的栽培繁育地，如何首乌栽培地、半夏栽培地以及板蓝根栽培地等。王老师和李老师分别给我们介绍了何首乌、半夏的栽培基本知识，半夏、板蓝根的采收，以及中耕除草、施肥追肥和排水灌溉的相关内容。

这次的生产实习，让我更深入地认识到了学习药用植物相关课程的意义，体会到了“学以致用”的道理。因为其中有很多生产技能都是我们曾经在书本上学学过的知识，让我清楚地认识到了栽培学、育种学和营养学等学科对药用植物实际生产过程中的重要性。

在这段时间的实习过程中，我总结了不少我们在实际操作中需要注意的问题。

其一就是在选材留种方面。在选择栽培材料和留种材料时，要选经济性良好，适应性、抗逆性特点强及适合本地区气候条件的高产优质品种，种子应具有纯、净、饱满、健壮、无病虫害、发芽势强的特点。

其二就是关于施肥排灌方面。施底肥应以磷肥、复合肥为主、微肥为辅，追肥则以尿素为主，另外要注意 P、K 肥的施用。在排灌方面，排水沟应与种植田块高低落差要大，排水一般以人工方法排除土壤孔隙中的水分和地面积水，改善土壤通气状况，避免涝害。灌溉的灌溉量、灌溉次数和时间则应根据药用植物需水特性、生育阶段、气候、土壤条件而定，要适时、适量，合理灌溉。晴天要勤浇水灌溉，雨季则应注意排水和防涝。

其三则是除草和喷施农药方面。了解药用植物大量元素肥及微肥缺乏与过量发生的时间、症状，实施对症下药；了解药用植物病害、虫害、草害发生的时间、症状，实施对症下药，采用治疗型和保护型的杀菌、杀虫、除草方法，高效、低毒、无残留的化学农药使用。

其四要根据植物的生长状况合理地间苗和定苗。凡采用种子或块根、根茎繁殖的药用，为避免幼苗、幼芽拥挤、争夺养分，要拔除部分幼苗，选留壮苗。如发现杂苗和生有病虫害的幼苗，也要及时拔除，即间苗，间苗宜早不宜迟。最后一次间苗后即定为定苗。

其五要利用枝叶、稻草、麦秆、谷糠等撒铺在地面上。覆盖可改善畦面生态环境，防治土壤水分蒸发，使土壤不易板结，改善土壤肥力，并有效地保温防冻、防止杂草、利于出苗、移植后的植株成活和生长。

其实在生产实习过程中我们仍然遇到了一些困难。一次，在施粪肥的时候，就因为刚翻耕过的土壤黏性比较大，使运输粪肥的卡车现在泥土里不能移动，于是耽搁了施肥的时间。另外，栽种何首乌的大田里空心莲子草太多了，在收捡何首乌的新生存活的枝条时，阻碍了我们收集的速度，并且还要花一部分时间去除草。还有就是由于连续几天的大雨使得土壤黏度增加，又加上几天的太阳暴晒，土壤变得更坚固，土壤不宜挖开，给我们的除草带来了很大的不便。

通过这次实习，让我感受到不断在实践中总结技巧，灵活运用，不仅是锻炼学习的能力，更是对课本知识的良好巩固。将所学理论知识运用到生产实践中，并在实践中建立团结协作的精神，零距离地体会劳动的乐趣，激发我们对药用植物栽培技术的热情与激情。生产实习为我们提供了一个最佳的平台，它不仅让我们深刻地认识某些药用植物的栽培和生产流程，同时也强化了我们所学的理论知识，培养了我们的实际操作能力，增强了团队合作能力，培养了吃苦耐劳的精神。相信这次的生产实习经验对我以后的工作和生活一定都会有很大的帮助。

生产实习建议与意见

1、本次生产实习相关器具和材料准备不是很充分。但是对于手套用量的不足，还是及时地补上了，希望能对其它栽培器具，如锄头和镰刀等补充齐全，以保证基本能有学生足够的使用量。

2、学生与老师的配合度不高。在老师讲解相关生产技术得时候，部分学生没有认真地学习，而是在一旁闲聊。在一定程度上地加大了老师教学的难度。希望老师能增加与学生的交流，尽力解决这种情况。

第三章 如何写好业务专题报告

学生在毕业实习或生产实习中，必须认真写好专题调查总结报告，专题报告是作为考

核学生实习成绩优劣的重要内容。

一、业务专题报告内容

（一）按照专业实习要求和实习内容，结合所在实习单位条件和生产特点，每个学生均应选定 2-3 个生产技术性专题（试验观察）或对单项技术总结写出书面报告。

（二）专题报告要结合生产实际，目的明确，可以写先进的好典型和新技术推广应用总结，也可以写失败教训和原因分析。

（三）专题的选题范围不要太大，要求深入、具体，要理论联系实际。

二、专题报告类型

（一）当地生产经验总结；

（二）田生产调查报告；

（三）型试验观察总结。

三、专题报告要求

通过专题调查和写作，使实习更加深入，使问题的观察和研究更加系统。专题报告的水平，往往是每个学生实习能否深入，能否关心生产，能否认真看书学习的重要标志。只有深入生产实际，肯动脑筋和善于学习的学生，才能在生产中更好的发现问题和筛选出更有意义的专题题目。专题题目的确定，要征求校内或校外指导教师的建议。专题确定后，要拟定调查研究计划。根据题目的性质和特点，作必要的观察或调查访问，搜集和参阅有关资料，拟定出专题调查总结报告和写作提纲。初稿写成以后可征求指导教师或本组实习同学等的意见。专题写成后，要复写 3-4 份，呈送所在生产单位供生产参考和上交实习队作为实习作业评定分数。每个专题篇幅一般为 2000-3000 字。每个专题的写作格式要因题而定，“量体裁衣，看料定样”、“内容决定形式，形式为内容服务”。每个专题均需主题明确，有论点，有论据，说理清楚，文章结构合理，文字通畅，要有科学性，实用性和可读性。

四、业务专题调查报告范文

关于河南省小麦生产状况的调查报告

实习时间：2010 年 3 月 7 日

实习地点：偃师市大口种子推广站

实习主要内容：调查河南小麦生产状况

河南是小麦生产大省，近几年国家和省出台了一系列惠农政策，使我省农业生产条件得到了较大改善，生产水平不断提高，小麦总产、单产连续六年创历史新高。为了充分发挥小麦品种的增产作用，引导各地合理选择和利用品种，我们在今年全省小麦品种考察的基础上，提出 2009 年全省秋播小麦品种布局利用意见，供各地选择和利用小麦品种时参考。

一、品种利用情况

据十八个市种子部门汇总统计，全省在生产上利用的品种有 92 个，其中种植面积超过 10 万亩以上的品种有 57 个，超过 100 万亩以上的品种有 15 个，超过 500 万亩以上的品种有 6 个。

（一）种植面积 500 万亩以上的品种 种植面积在 500 万亩以上的品种依次是：矮抗 58 面积 1325.0 万亩，比去年增加 560 万亩，增幅 73.2%；郑麦 9023 面积 709 万亩，比去年减少 238 万亩，减幅 25.2%；豫麦 49-198（含豫麦 49）面积 676 万亩，比去年增加 109 万亩，增幅 19.2%；周麦 18 面积 626 万亩，比去年减少 220 万亩，减幅 26.0%；郑麦 366 面积 552 万亩，比去年增加 384 万亩，增幅 228.8%；西农 979 面积 513 万亩，比去年增加 307 万亩，增幅 149%。

（二）种植面积 100-500 万亩的品种 种植面积 100~500 万亩的品种依次是：周麦 16 面积 438 万亩，比去年减少 15 万亩，减幅 3.3%；众麦 1 号面积 278 万亩，比去年增加 100 万亩，增幅 56.9%；偃展 4110 面积 271 万亩，比去年减少 12 万亩，减幅 4.3%；新麦 18 面积 230 万亩，比去年减少 275 万亩，减幅 54.4%；新麦 19 面积 219 万亩，比去年增加 57 万亩，增幅 35.9%；豫麦 18-99 面积 192 万亩，比去年减少 103 万亩，减幅 34.8%；豫麦 70-36 面积 147 万亩，比去年减少 102 万亩，减幅 40.8%；许农 5 号面积 111.6 万亩，比去年增加 75 万亩，增幅 207.4%；泛麦 5 号面积 103 万亩，比去年减少 132 万亩，减幅 56.2%。

二、品种评价

（一）主栽品种

1. 矮抗 58：半冬性多穗型中熟品种。该品种的突出特点是根系活力强、抗寒性好、成穗率高，株型紧凑、矮秆抗倒、穗层整齐、丰产稳产性好。2005 年审定以来推广速度很快，2008 年列入河南省重大科技专项，今年全省收获面积突破 1325 万亩，上升为全省第一大小麦品种，并在安徽、江苏、山东等周边省份得到大面积推广。该品种易感赤霉病和叶锈病，因此在豫南部麦区利用时注意防治叶锈病和赤霉病。

2. 郑麦 9023：属弱春性优质强筋早熟品种。该品种具有分蘖力强、耐旱性好、成熟早、落黄好、品质优等特点，连续六年在河南省推广面积居第一位，并且在湖北、安徽、江苏等周边省份大面积种植。由于该品种属弱春性，抗寒性略差，近几年种植区域主要集中在河南省南部麦区，今年收获面积达 709 万亩，居全省小麦品种第二位。

3. 豫麦 49-198：属半冬性多穗型中熟品种。该品种继承了豫麦 49 的分蘖力强、成穗率高、抗寒性好、株型紧凑、抗倒性好等优点，同时丰产性有所提高，但抗病能力弱。主要分布在豫中、豫北和南阳市，今年收获面积稳中有升，居全省小麦品种第三位。生产利用时应加强病害防治。

4. 周麦 18：属半冬性中大穗型中晚熟品种。主要优点是春季生长稳健，综合抗病、抗倒能力强，适应性广，成穗率高，产量三要素协调，耐旱耐渍，耐后期高温，成熟落黄好；对锈病和白粉病有一定抗性。缺点是颖壳松，易受吸浆虫危害，对纹枯病和赤霉病抗性不

足。是河南省小麦区试的对照品种，在黄淮麦区各省均有种植，今年收获面积比去年略有降低，居全省小麦品种第四位。

5. 郑麦 366：半冬性多穗型早熟强筋小麦品种。主要优点是冬季抗寒性好、耐旱性强，株型紧凑、矮秆、抗倒性好，穗层整齐、成穗率高，成产三要素协调。2008 年列入河南省重大科技专项，种植面积从去年的 168 万亩上升到 552 万亩，成为我省小麦第五大品种。该品种缺点是感纹枯病，春季发育快，抗倒春寒能力弱，今年在豫东南部分麦田出现不同程度的冻害，在豫东地区种植应适当晚播，并预防纹枯病。

6. 西农 979：属半冬性优质强筋中早熟品种。主要优点是分蘖力强、成穗率高，苗期长势较壮，越冬抗寒性好，品质优，达强筋粉标准。缺点是抗倒春寒能力弱，不耐后期高温，有早衰现象，高感白粉病。主要分布在驻马店、南阳、周口和豫北麦区，今年收获面积 513 万亩，比去年增加 307 万亩，居我省小麦种植面积第六位。

7. 周麦 16：属半冬性中大穗型中熟品种。主要优点幼苗健壮，冬季抗寒性好，矮秆抗倒，穗层整齐，增产潜力大，适宜范围广。种植面积相对稳定，主要分布在河南省中北部，居我省小麦种植面积第七位。缺点是感叶锈和赤霉病，耐倒春寒能力偏弱，今年许昌、平顶山、漯河三市反映有穗上部不结实现象。

8. 众麦 1 号：属半冬性中穗型中熟品种。主要优点是苗期长势壮，冬季抗寒性好，春季发育稳健，较耐倒春寒，分蘖力强、成穗较多，株型紧凑、茎秆粗壮、抗倒性好，丰产稳产，缺点是子粒商品性差，黑胚率高。主要集中在豫东南、安阳、驻马店麦区，今年收获面积 278 万亩，比去年增加 100 万亩，居我省小麦种植面积第八位。

9. 偃展 4110：属弱春性多穗型早熟品种。主要优点是苗期长势健壮，分蘖成穗率高，穗层整齐，耐旱耐渍，灌浆快，成熟早，落黄好，产量三要素协调。近两年表现白粉病重，抗倒能力差。主要分布在豫南、洛阳、开封等地，今年收获种植面积与去年基本持平，居全省小麦种植面积第九位。

10. 新麦 18：属半冬性多穗型中熟品种。主要优点苗期健壮、抗寒性较好，分蘖力强、成穗率高、穗层整齐，耐湿和耐后期高温，产量三要素协调。由于该品种近两年表现感白粉病较重，抗倒性稍差，种植面积下降较快，居小麦种植面积第十位。

（二）搭配品种和扩大示范品种

1. 周麦 22：半冬性大穗型中熟品种。苗势壮，耐旱性较好，起身拔节快，亩成穗较高；株型紧凑，长相清秀，茎秆弹性好，抗倒伏能力强；灌浆速度快，耐后期高温，成熟落黄好；抗条锈、叶锈和白粉病，感赤霉病。高产潜力大，稳产性好，适应性广，适宜黄淮南片麦区高中水肥地早中茬种植。

2. 郑育麦 9987：属半冬性中熟品种。苗势壮，分蘖力较强；茎秆硬，抗倒伏；综合抗病性较好；穗层整齐，粒大饱满，商品性好，成熟落黄好，高产潜力大、稳产性好。缺点：对春季低温干旱敏感，穗顶部易虚尖，叶锈病较重。在我省中北部高水肥地种植有较好利

用价值，生产利用时应注意防治叶锈病。

3. 许科 1 号：半冬性中大穗型中晚熟品种。冬季抗寒性好，较耐倒春寒；茎秆硬，较抗倒伏；穗层厚，后期较耐高温，成熟落黄好；籽粒饱满度较好，千粒重高，高产潜力大。缺点是感条锈病、叶锈病和赤霉病。适宜我省中北部高水肥地早中茬种植。

4. 周麦 23 号（周 9823）：弱春性大穗型中熟品种，冬季耐寒性较好，株型稍松散，后期根系活力强，较耐后期高温，熟相比较好。对白粉病有一定抗性，感条锈病、赤霉病。是产量潜力较高的弱春性品种，适宜黄淮南片和我省中南部麦区种植。

5. 众麦 998：属半冬性中大穗型中熟品种。苗期长势壮，起身拔节早，分蘖能力强；株高适中，茎秆弹性好，抗倒伏；穗层厚，穗较大，结实性好，高产潜力大。缺点是感条锈、叶锈病。适宜在我省中北部高中水肥地早茬发展利用。

6. 新麦 19：属半冬性多穗型中早熟品种。幼苗长势壮，耐寒性好，分蘖力强，成穗数多；根系活力强，耐旱，灌浆快、成熟较早、落黄好，产量三要素协调。对条锈、叶锈和白粉病有一定抗性，但感赤霉病。其品质指标达到强筋小麦标准。近两年在我省中东部和北部发展较快。应注意防治叶枯病和赤霉病。

7. 平安 6 号：属弱春性中穗型早中熟品种。春季起身拔节快，亩成穗数多；株型紧凑，长相清秀，较抗倒伏；子粒商品性好，耐后期高温，成熟早，落黄好。缺点是抗寒、抗旱性弱，感白粉病和赤霉病。适宜黄淮南片和我省中南部麦区种植。

8. 中育 12：属半冬性多穗型中熟品种，苗期壮，冬季抗寒性好，分蘖力强，成穗率高，春季起身拔节快；株型紧凑，抗倒性好，产量三要素协调，综合抗病性较好。缺点抗倒春寒能力偏弱。

9. 济麦 4 号：半冬性多穗型中熟品种。苗势壮，抗寒性好，分蘖力强，成穗率高；穗层较厚，小穗，穗粒数偏少，抗穗发芽能力强，其品质指标达到强筋小麦标准。缺点是抗倒性一般，耐倒春寒能力弱。生产利用时应防病、防倒。

10. 豫农 202：属半冬性多穗型中熟品种。株型紧凑，长相清秀，茎秆弹性好，穗层整齐，成穗多，结实性好，灌浆快，落黄好，成产“三要素”协调，抗穗发芽能力强。缺点是抗倒春寒能力偏弱，抗病性一般。在豫东倒春寒常发区注意适当晚播。

11. 豫保 1 号：半冬性大穗型中晚熟品种。苗期健壮，抗寒性好，茎秆粗壮，较抗倒伏；亩成穗多，丰产性好；后期有轻度早衰，熟相一般，高感赤霉病。适宜我省中北部高中水肥地早茬种植。

12. 许农 5 号：半冬性大穗型中晚熟品种。分蘖力强，植株偏高，长相清秀，耐后期高温，落黄好，穗大穗匀，结实性好。缺点是感叶锈，纹枯病和赤霉病较重。适宜我省中北部高中水肥地早茬种植，注意防病。

13. 洛麦 21：半冬性大穗型中熟品种。幼苗抗寒性强，耐旱性好，起身拔节快，长相清秀，亩成穗较多，穗层整齐，成熟落黄好。缺点是植株偏高，抗倒性一般，感锈病，白

粉病和颖枯病重。适宜我省中北部中高水肥地早茬利用，注意防倒和防病。

14. 洛旱 6 号：半冬性大穗型中熟品种。株型紧凑，茎秆粗壮，弹性好，抗倒伏；穗层整齐，大穗大粒，成熟落黄好。该品种主要优点是抗旱耐旱、抗寒性好，抗干热风能力强。缺点是感白粉病、叶锈病。适宜黄淮麦区旱肥地利用。

15. 泛麦 8 号：属半冬性中晚熟品种。分蘖成穗率高，

茎秆弹性好、较抗倒伏，成熟落黄好。缺点是感白粉、纹枯病。适宜我省中北部高中水肥地早茬种植，注意防病。

另外，通过各地考察了解到，百农 160、衡观 35、漯麦 8 号、新麦 208、濮麦 9 号、平安 3 号、漯麦 4-168、04 中 36、项麦 969、花培 6 号、金麦 8 号、洛旱 7 号、淮麦 22、太空 6 号等品种在今年大田生产或品种展示中，丰产性、抗逆性、整齐度等方面也有较好表现，不再一一评述。

三、秋播小麦品种布局利用意见

今年小麦秋播品种利用的指导思想是：以高产稳产抗病品种为主导，以发展优质专用品种为重点，因地制宜选择品种，做到良种良法相结合。在品种布局上，中北部麦区以半冬性品种为主，晚茬选择使用弱春性品种；南部麦区以抗病早熟的弱春性品种为主，早茬选择使用半冬性品种；岗坡旱地以选用耐旱性较强的品种为主；根据河南的气候特点以及病害流行调查，中北部麦区选用品种应突出抗倒、丰产，兼顾抗病，南部麦区选用品种应突出早熟性和抗病性，东南部麦区应尽量选用春季发育相对平稳，抗倒春寒能力较强、抗倒性较好的品种。同时注意把好种子质量关，尤其在南部麦区注意种子的出芽率问题，确保大田用种安全，确保我省夏粮生产再获丰收。

（一）豫北部麦区 1、优质强筋麦田：以郑麦 366、西农 979、新麦 19 为主，搭配藎麦 9415、济麦 20、郑麦 9023、济麦 4 号，示范临优 2069、西农 889、漯麦 8 号。 2、早茬麦田：以矮抗 58、周麦 18、豫麦 49-198、周麦 16、新麦 18 为主；搭配众麦 1 号、周麦 22、郑育麦 9987、豫农 202、衡观 35、洛麦 21、百农 160、漯麦 8 号；示范洛麦 22、中育 12、泛麦 8 号、众麦 988、漯麦 9 号、豫保 1 号。 3、中晚茬麦田：以众麦 2 号、偃展 4110、平安 6 号、濮麦 9 号、新麦 208、太空 6 号、豫麦 18-99 为主；搭配新原 958、豫教 2 号、04 中 36、花培 5 号、豫农 949、新麦 9817。 4、岗丘旱薄地：以洛旱 2 号、洛旱 3 号、豫麦 25、豫麦 65 为主；搭配济麦 2 号、安麦 7 号、洛旱 6 号、漯优 7 号。

（二）豫东南、豫中部麦区 1、优质强筋麦田：早茬以郑麦 366、西农 979、新麦 19 为主，晚茬以郑麦 9023 为主，搭配西农 9718、周麦 21，示范漯麦 8 号。 2、早茬麦田：以矮抗 58、周麦 18、新麦 18、泛麦 5 号、周麦 16、豫麦 49-198、众麦 1 号为主；搭配周麦 22、豫麦 69、许农 5 号、开麦 18、衡观 35、平安 3 号、漯 4-168、郑麦 9694、富麦 2008、漯麦 8 号，示范泛麦 8 号、百农 160、中育 12、豫农 202、漯麦 9 号等。 3、中晚茬麦田：以平安 6 号、豫麦 70-36、新麦 208、偃展 4110、太空 6 号为主；搭配项麦

969、新源 958、04 中 36、金丰 3 号、豫农 949、周麦 23、兰考矮早 8 号。 4、沙丘旱薄地：以豫麦 49-198、新麦 18 为主，搭配洛麦 21、项麦 969、洛早 6 号、洛早 7 号。

(三)豫西部麦区 1、优质强筋麦田：早茬以郑麦 366、西农 979、新麦 19、济麦 4 号为主；晚茬以郑麦 9023 为主，搭配周麦 21、西农 9718。 2、早茬麦田：以豫麦 49-198、矮抗 58、新麦 18、周麦 18、焦麦 668、洛麦 21、衡观 35、平安 3 号为主；搭配周麦 22、许农 5 号、开麦 18、豫农 202、郑农 17、豫保 1 号，示范洛麦 22、众麦 998、中育 12、花培 6 号。 3、中晚茬麦田：以豫麦 18-99、濮麦 9 号、偃展 4110、平安 6 号为主；搭配新麦 208、04 中 36、金丰 3 号、周麦 23、平安 7 号。 4、丘陵旱地：以洛早 2 号、洛早 3 号、豫麦 25、济麦 2 号为主；搭配洛早 6 号、洛早 7 号、长旱 58、偃佃 9433。

(四)南阳盆地麦区 1、东北风口麦区：早茬以矮抗 58、衡观 35、豫农 202、西农 979、新麦 18 为主，中晚茬以郑麦 9023、豫麦 70、豫麦 70-36、04 中 36、豫农 949 为主。 2、盆中平原高产麦区：早茬以矮抗 58、衡观 35、郑麦 366、豫农 202、平安 3 号为主，中晚茬以郑麦 9023、豫麦 70、豫麦 70-36、04 中 36 为主。 3、岗丘麦区：以豫麦 70-36、洛麦 21 为主，搭配内农科 201、平安 6 号、04 中 36。

(五)豫南稻茬麦区 1、优质弱筋品种以郑麦 004、郑丰 5 号为主。 2、主导品种以郑麦 9023、偃展 4110、豫麦 18-99、豫麦 70-36 为主；搭配郑麦 366、新麦 208、金丰 3 号、源育 3 号、项麦 969、内农科 201、邓麦 996、河科大 9612。

通过这次实习，学到了很多书本上学不到的知识，对自己家乡的小麦生产状况有了更多的了解，对农学专业有了更深刻的认识，在以后的学习、工作中要加倍努力，做出更大贡献。

第四章 如何写好生产实习日记

一、生产实习日记作用

实习日记是实习期间每天必须完成的作业，记实习日记的作用在于：第一，培养学生观察问题、分析问题以及思考如何解决问题的良好习惯；第二，促进学生把点滴的收获体会及时整理，为实习总结及专题报告积累素材；第三，可供巡回指导实习的教师了解学生实习动态。因此，实习日记不同于一般个人的生活日记，更不是调查、记载、访问的笔记本。

二、实习日记格式

1. 实习时间：实习的具体时间；
2. 实习地点：实习单位及实习岗位；
3. 实习项目：实习具体业务项目；
4. 日记内容：实习的具体内容；自我的体会、感受、总结等；内容字数每篇不得少于

300 字。

三、写实习日记应该注意的问题

(一) 日记必须坚持天天记,及时记。追记、补记只是为了应付教师检查,对自己毫无益处;

(二) 实习日记应该既写思想,又写业务,二者应该邮寄的融为一体,通过业务见思想,寓思想活动于业务活动之中;

(三) 实习日记切忌流水账,应少写过程,重点写通过归纳提高得到的主要收获;

(四) 日记不仅要及时提出发现的问题,而且应当尽力寻找解决问题的答案;

(五) 空话连篇的日记等于浪费时间,抄袭他人日记是违纪行为。

第五章 如何写好社会调查报告

社会实践是大学生全面素质提高的重要环节,是学生将所学知识应用于社会的重要过程。它既是学生学习、研究与实践成果的全面总结,又是对学生素质与综合能力的一次全面检验。

一、撰写调查报告的意义

调查报告是调查人员对某种事物或某个问题进行深入细致的调查后,经过认真分析研究而写成的一种书面报告。调查报告的意义体现为以下两点:

(一) 调查报告是调查工作的最终成果

调查活动是一个有始有终的活动,它从制定调查方案、搜集资料、加工整理和分析研究,到撰写并提交调查报告,是一个完整的工作程序,所以调查报告是调查成果的集中体现。

(二) 调查报告是感性认识到理性认识飞跃的反映

调查报告比起调查资料来,更便于阅读和理解,它能把死数字变成活情况,起到透过现象看本质的作用,使感性认识上升为理性认识,更好地指导实践活动。要撰写好调查报告,必须了解调查报告的特点,掌握调查报告撰写的步骤,撰写报告的方法,使调查报告在实际工作和理论研究中发挥应有的作用。

二、调查报告写作的特点

(一) 调查报告的针对性

针对性是调查报告的灵魂,它是指撰写的调查报告必须有明确的调查目的。任何调查报告都是目的性很强的,撰写报告时必须做到目的明确,有的放矢,围绕主题展开论述。

(二) 调查报告的时效性

对于调查报告的写作者来说,必须讲求时间效益,及时捕捉各种信息,并做到及时反馈。只有这样,才能发挥调查报告的作用。

（三）调查报告的新颖性

调查报告应紧紧抓住实践活动中的新动向、新问题，引用一些人们未知的通过调查研究得到的新发现，提出新观点，形成新结论。

三、调查报告的结构

调查报告一般由标题、概要、正文、结尾、附件等几部分构成。

（一）标题

1. 标题的要求。标题就是调查报告的题目，由报告内容来决定，标题是画龙点睛之笔。一般情况下，标题符合以下要求：

- （1）它必须准确揭示调查报告的主题思想，做到题文相符；
- （2）高度概括，具有较强的吸引力。

2. 标题的写法。标题的写法灵活多样，一般有两种：单标题与双标题。

单标题就是调查报告只有一行的标题，一般是通过标题把被调查单位和调查内容明确而具体的表现出来。双标题就是调查报告有两行标题，采用正、副标题形式，一般正标题表达调查主题，副标题用于补充说明调查对象和主要内容。由于这种标题形式优点很多，正标题突出主题，副标题交代形势、背景，有时还可以烘托气氛，二者互相补充，因此成为调查分析报告中最常用的形式之一。

3. 标题的形式。

（1）“直叙式”的标题，即反映调查意向或调查项目、或是地点的标题。这种标题简明、客观，一般调查报告多采用这种标题。

（2）“表明观点式”的标题。直接阐明作者的观点、看法，或对事物进行判断，评价。

（3）“提出问题式”，即以设问、反问等形式，突出问题的焦点和尖锐性，吸引读者，促使读者思考。

（二）概要

概要即调查报告的内容摘要，主要包括以下三方面内容：

第一，简要说明调查目的，即简要说明调查的原因；

第二，简要介绍调查的对象和调查内容。包括调查时间、地点、对象、范围、调查要点及所要解答的问题；

第三，简要介绍调查研究的方法。介绍调查研究的方法，有助于使确信调查结果的可靠性，并说明选用该方法的原因。

（三）正文

正文是调查报告的主要部分。正文部分必须准确阐明全部有关论据，包括问题的提出，引出结论，论证的全部过程，分析研究问题的方法等。

1. 引言

（1）引言的写作形式。引言即调查报告的开头，“万事开头难”，好的开头，既可使分

析报告顺利展开，又能吸引读者。开头的形式有这样几种：

①开门见山，揭示主题。文章开始先交代调查的目的或动机，揭示主题。例如，2006年9月我们对2006级电子商务专业的学生进行有关心理障碍调查研究，目的是要有针对性地对学生进行心理健康教育，矫正、疏导各种不良心理，使学生健康成长。

②结论先行，逐步论证。即将调查结论写出来，然后再逐步论证，这种开头形式，观点明确，使人一目了然。

③交待情况，逐层分析。文章开头可先介绍背景，然后逐层分析，得出结论。也可交待调查时间、地点、对象、范围等情况，然后分析。这样可使读者有一个感性认识，然后再深入分析研究。

④提出问题，引入正题。用这种方式提出人们所关注的问题，引导读者进入正题。

(2) 引言部分写作应把握的原则。开头部分的写作方式很多，可根据情况适当选择，但不管怎样，开头部分应围绕这样几个问题：

①为什么进行调查；

②怎样进行调查；调查的结论如何。

2. 论述

(1) 论述部分的重点。论述部分是调查报告的核心部分，它决定着整个调查报告质量的高低和作用的大小。论述部分的重点如下：

①通过调查了解到的事实，分析说明被调查对象的发生、发展和变化过程；

②调查的结果及存在的问题；

③提出具体的意见和建议。

(2) 论述部分的写法。由于论述一般涉及的内容很多，文字较长，有时也可以用概括性或提示性的小标题，突出文章的中心思想。

(3) 论述部分的主要内容。不管你用多少个标题，论述部分大致可分为基本情况部分和分析部分两部分内容。

①基本情况部分：这一部分要真实地反映客观事实，对调查问题的有关背景资料作客观的介绍说明；或者是提出问题，其目的是要分析问题。

②分析部分：这是调查报告的主要部分，在这一阶段，要对资料进行质和量的分析，通过分析，了解情况，说明问题和解决问题。分析一般有三类情况：第一类成因分析；第二类利弊分析；第三类发展规律或趋势分析。

(四) 结尾

结尾部分是调查报告的结束语。结束语一般有三种形式：

(1) 概括全文。综合说明调查报告的主要观点，深化文章的主题。

(2) 形成结论。在对真实资料进行深入细致的科学分析的基础上，得出报告结论。

(3) 提出看法和建议。通过分析，形成对事物的看法，在此基础上，提出建议或可行

性方案。

（五）附件

附件是对正文报告的补充或更详尽的说明，包括数据汇总表及原始资料、背景材料和必要的工作技术报告。

四、社会调查报告的撰写格式

（一）调查报告的撰写格式一

1.调查报告的写法。包括标题、署名、正文。篇幅：3500—5000 字。

（1）标 题：三种写法

① 标题是文章标题的写法，如：《某某市蔬菜的品种结构问题》。

② 标题是类似于公文标题的写法，如：《对内蒙古生态移民面临问题的调查》。

③ 正副标题写法，一般是正题揭示主题，副题写出调查的事件或范围。如：《 振兴经济要靠科学技术——包头市依靠科技人员发展工业的调查》。

（2）署 名：标题下面要署名，即写姓名、年级、班级。

（3）正 文：由两个部分构成，即前言；调查报告的主体。

① 前 言：扼要说明调查的目的、时间、地点、对象或范围；做了哪些调查；本文所要报告的主要内容是什么。这一部分，主要是介绍基本情况和提出问题，写法可灵活多样。

②调查报告的主体：主要是对事实的叙述和议论。一般把调查的主要情况、经验或问题归纳为几个问题，分为几个小部分来写。每个小部分有一个中心，加上序码来表明，或加上小标题来提示、概括这部分的内容，使之眉目清楚。

2.调查报告的撰写格式

题 目

姓 名

前 言

一、

1、

（1）

（2）

（3）

2、

3、

4、

二、

三、

结 语

（二）调查报告的撰写格式二

一般来说，社会调查报告应该包含以下一些内容：调查的目的、调查的方法、调查的时间、样本的情况、调查的内容、调查表的分析、分析结果、提出自己的看法等等。如：

关于××××××的调查报告 级别 专业 姓名

1. 调查的目的、意义（说明为什么要进行此项调查）
2. 调查过程（介绍本次调查是如何进行的，如什么时间、地点用什么方法对什么人员进行了那些调查，把调查的过程说清楚。）
3. 调查结果（把调查所获得的资料经过处理后的数据、内容用表格或文字的形式加以展示，对数据所表达的含义加以说明。）
4. 调查结果分析（对本次调查的结果进行现状、原因、目的、后果等多方面的分析。）
5. 思考与建议（就本次调查的结果和分析提出自己的想法、意见、工作或教育方面的建议。）

五、社会调查报告的范文

2012 年关于农村教育的调查报告(范文一)

一、概述：

近年来，随着改革开放和“科教兴国”方略的实施，我国农村中小学所取得的成绩是众所周知，有目共睹的。特别是党的十七大以后，我国农村教育事业驶入了又好又快科学发展的健康轨道。目前，在我国农村普遍实施了根本意义上的九年义务教育免费机制，不仅巩固和加强了农村义务教育“普九”成果，同时还促进了社会主义新农村与和谐社会的创建进程。

然而，由于受传统教育的束缚和影响，长期以来，我国农村教育结构单一，职业教育和成人教育薄弱，应试教育积重难返，一些地方往往把升学率作为评价教育工作近乎唯一的目标，致使农村教育与当地生产和群众生活脱节，忽略了学生创新意识和创新能力培养。长此以往，必将影响国民整体素质的提高。农村中小学教育所存在的一系列问题逐步浮出水面，并且已经成为制约我国农村经济、社会发展的巨大障碍。为此，笔者对所在的滨州市滨城区堡集镇农村义务教育现状进行了较为深入的调查。

二、调查方式：

我们选择了访谈和问卷相结合的调查方式。问卷式调查用于收集标准化的定量资料，访谈式调查用于收集非标准化的无结构的定性资料。通过调查，得到丰富的、个性化的信息。然后经过归纳、分析、综合、整理，得出带有规律性的结论。本次调查我们重点采用访谈法，正是想通过这种面对面的交谈的方式，探询我镇农村义务教育的现状，共谋改进我镇义务教育的大计。在访谈人群选择上，我们依据典型性、广泛性原则，采取发散的方式，寻找可以影响到乡村义务教育的各大主体，分别和一部分学生、教师、家长等进行了

访谈。

三、农村中小学教育现状及成因分析：

通过访谈和问卷调查，经过分析整理，我们概括出了我镇义务教育的现状如下：

现状一：教育经费严重短缺

农村中小学教育教学资源的严重短缺首先体现在教育经费的严重不足。最近几年，国家对教育的投入仅占 GDP 比例的 2%。就这 2%而言，绝大部分都投入到了高等教育和城市中小学教育中，等到本来就十分有限的经费到了区、县、镇一级教育行政部门手中，他们中的一些好大喜功者却充分利用这一经费，在城区大兴“示范校”、“窗口校”，不遗余力地标榜个人政绩。笔者在一篇教育调研报告中看到了一个仅有 60 万人口的小县，不顾百姓的反对，不惜斥资近亿元将原本就修建得相当不错的一所重点中学易地重建。这般层层卡扣，最后到达农村中小学尤其是义务教育学校的几乎是微乎其微。

由于教育经费的严重短缺，加之某些教育官员的政绩膨胀，农村中小学基础教育教学设施缺乏、落后，造成正常的教学活动无法开展，音体美劳等不少课程都因教学设施的缺乏而无法保证教学任务的完成，所谓现代化的教育设施也是绣花枕头，成了摆设。由于信息渠道不畅，能熟练或基本熟练使用电脑的不足半数，远程教育资源的共享成为了梦想。

现状二：师资力量薄弱

笔者所处的乡镇，六处完全小学中，除了中心小学师资力量相对较为雄厚一点外，其他小学，没有几个是个正规中等师范学校毕业的，几乎是清一色的“民转公”。他们中只有极少数受过专业培训，大部分是凭借自己日积月累的教学经验开展工作的，相当一部分教师教法陈旧、观念落后。教师队伍整体存在着年龄偏大、知识结构老化、知识面窄的问题。通过查阅所在乡镇的教师档案资料，发现全镇中小学教师平均年龄 47 岁，其中，50 岁以上占 51.8%。不仅年龄老化，而且学历偏低，知识结构老化，教育观念落后，教学方法陈旧。六处小学中，市、区级学科带头人、教学能手几乎为零；初中学校，稍有改观。面对新形势下的素质教育，面对改革后的义务教育新课程，他们往往显得力不从心。试想，这样一支队伍担负着我镇中小学教育教学、人才培养和教育改革的繁重而艰巨的任务，谈何容易？！

造成农村中小学师资力量薄弱的原因是多方面的，最主要的原因是受经济发展水平和事业人员编制的制约，难以注入“新鲜血液”，使得一些学校不得不临时招聘代课教师，以解燃眉之急。

现状三：应试色彩浓郁，师生不堪重负

“考、考、考教师的法宝，分、分、分学生的命根”。数十年来，农村中小学教师一直无法走出这一应试教育的怪圈，究其原因是一些区、县、镇级教育行政部门在学年末，拿中考升学率、非毕业班优秀率、合格率，统一排位，排位的名次、学生成绩的好坏，直接关系到老师的晋级加薪。于是乎老师们也顾不了“千呼万唤始出来的素质教育”，一味汗水

加时间，有道是：“不管黑猫白猫，考得高分就是好猫”。笔者所在地是一处偏僻的农村小镇，老师们早晨 5：30 天蒙蒙亮，就要早起跟班辅导，晚上初中部的老师还要辅导到 9：30。一天下来，师生心力交瘁，苦不堪言。

现状四：德育教育令人堪忧

重智育轻德育是农村中小学教育教学中存在的普遍现象。在一些学校，有的老师可以公开容忍成绩优秀的学生犯错误，少数学生家长在自己孩子与同龄孩子发生冲突时，竟然给予纵容和支持。不少学生心理欠缺甚至扭曲，打群架、偷财物、出入网吧、集结团伙、侮辱师生等现象绝无仅有。记得不久前有报道称：某地某校发生了震惊全国的中学生“灭门惨案”。由此可见，造成一些农村中小学生法制观念淡薄，道德品质败坏的主要原因是学校、家庭、社会都没有对之引起足够的重视。尤其是学校德育教育的严重缺失。

现状五：升学无望，就业无路，致富无术

农村学生“升学无望，就业无路，致富无术”是农村教育的主要症结。据有关统计资料，全国大部分农村地区初高中毕业生中 60%以上要回到农村，尤其是农业地区和中西部地区这一比例更高，达到 80%以上。这些学生大多返乡务农或外出打工。但农村普通初中教育，尤其是课程设置、教材编写与农业生产经营、城乡经济发展实际需要相脱节，学到的基础文化课，就连劳动技能课也都解决不了很多农村产业技术与经营管理问题。毕业后的农村青年不能尽快融入到当地的经济建设中，造成农村劳动力的巨大浪费和盲目流动。一些初中毕业后不能升入重点高中的孩子，宁可融入了滚滚打工洪流，也不愿到职成教育学校学习深造。因而出现了“升学无望，就业无路，致富无术”的教育怪圈。

现状六：“国有民办”教育举步维艰，学生家长选择处于两难

笔者所处的滨城区堡集镇，受当地经济发展水平的制约，几年前，一所由多方筹措资金、集九年教育于一体的“国有民办”实验学校应运而生了。这所学校，办学经费和教师工资全部是“公办”性质，并且整合了全镇最优秀的师资资源，全部充实到了实验学校。而收费标准则是“私立”性质的，导致原本并不富裕的当地农民家庭更加不堪重负，为了给予子女较好的受教育机会，而又别无选择。纵然，这所学校在一定时期受到了应有的关注，也取得了较为突出的办学效益。然而，举债千万元办学基础上的高收费教育，一方面给义务教育学校和学生、家长造成了人为的不公平，加重了当地百姓的经济负担；另一方面也恶性争夺了那些名副其实的民办学校的教育资源，限制或者扼杀了真正意义上的民办学校的生存和发展。在国家强制施行义务教育的今天，暴露出了这类所谓民办教育的种种问题。

农村家长往往为了让孩子能够得到高质量的教育，学更多的知识，走出农村，而将孩子们送入学费昂贵的私立学校学习，放弃收费较低甚至免费的公办学校。从而得知，国家支持农村的大量教育经费，并没有从实际意义上给广大农民减轻负担，反而使他们中一部分家庭的实际负担较往日大大加重了。恐怕，这就是问题的症结所在。

由于农村学校的公用经费拨付不够及时到位，致使很多农村学校向学生家长等私人借

款维持学校的正常运作。据调查，笔者所在的乡镇实验学校，截至目前，尚有 1600 多万元的不同债务。可见，农村学校尤其是“国有民办”学校的负债累累，将严重阻碍农村教育的又好又快科学发展。

面对两种性质的学校，面对两种相差悬殊的教育质量，面对掌上明珠的儿女和捉襟见肘的家庭境况，望子成龙、望女成凤的家长们处于两难境地。那就是，如果读免费的公办学校，家长将无经济负担，但由于本乡镇最优质的师资被强行抽调到“国有民办”实验学校，因此孩子要付出自己的前程；如果读“国有民办”实验学校，孩子得到较为优质的教育，但家长却要付出巨大的牺牲。这种两难境地，正是目前农村教育的困境。随着义务教育保障机制的逐步完善，随着素质教育的不断推进，尤其是中考制度的改革，象笔者家乡这样的“民办”学校面临的冲击和生存的风险与日俱增。

现状七：初中学生流失现象死灰复燃

除学生家庭经济困难这一主要客观原因外，还有教师敬业精神差、教学理念落后、教学方法陈旧、教学质量低下等，也是导致学生厌学进而流失的一些主要原因。近年来各级政府及教育主管部门为了引进和稳定人才普遍重视了提高教师待遇，却往往放松了对教师的思想教育工作，教师为人师表、爱岗敬业、无私奉献意识淡薄，追逐个人名利、动辄跳槽厌教的现象时有发生。

教师厌教的表现不仅不利于良好校风的建立，同时也是导致学生厌学之风的重要诱因之一。家长们认为孩子升学无望，纷纷通过各种关系把孩子转到区直学校就读，家庭条件较差的便索性让孩子辍学。

四、改变农村教育现状的策略

根据调查的情况，笔者建议，为改变农村教育现状，应当采取以下策略：

对策一：加大农村教育资源的投入，最大限度地改变农村教育资源不足的状况。

首先要将教育经费的挪用作为重点抓，把有限的教育资源用到实处。迅速成立一个调查小组，查清农村中小学校的负债状况以及教师的工资待遇落实情况，对因负债建校舍的，要通过财政拨款支付，使学校能较好地运转；其次完善对农村教育投资的监督机制，严防中间环节的克、挪、卡、要，确保专款专用，并且还要力保各校将有限的经费用在刀刃上，从而逐步完善以县为主的义务教育经费保障机制。

对策二：全面提升农村中小学教师整体的综合素质。加大师资培训力度，促进教师专业成长。清退或分流不合格教师，招收有大专学历的毕业生回乡任教，同时对教师的福利等问题要根据实际给予改善。完善农村教育资源尤其师资资源配置，促进农村教育的公平正义。

对策三：深化教育改革，彻底改变农村学生“升学无望，就业无路，致富无术”的局面。农村中小学教育要与农村实际相结合。国家要着力改革农村中小学课程，设置一些体现农村教育特点的实用性课程，使之在提高农村人口整体素质的同时还能更好地为农村经

济、社会发展服务。

对策四：针对初中学生辍学现象死灰复燃的现象，一方面要加大义务教育宣传和实施力度，确保困难学生不会因贫失学；一方面要推进教育教学改革，提高课堂教学质量，活跃课堂气氛，促进学生乐学善学，确保学生不会因厌学而辍学。同时，要完善学校办学水平评估机制，切实把“减负控辍”工作纳入教育督导评估序列并不断提高评价指数。从而把“减负控辍”工作纳入政府、学校、家庭、社会四位一体的一盘棋工程，最大限度的控制学生流失。

五、调查过程中的收获与反思

通过这次社会实践活动，我不仅对家乡农村中小学教育的现状有了较为明晰的了解和分析，而且对改革发展家乡农村义务教育提出了粗浅的意见和建议。同时，还增强了对家乡的热爱和向往，增强了发奋学习、顽强拼搏的信心和毅力，为日后报效家乡、报效祖国奠定了良好的思想基础。可以说，受益匪浅。在此，真诚感谢学院团委给予我这次难得的接受锻炼教育的机会，真诚感谢家乡父老给予的配合支持。

路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。我将珍惜火热的青春年华，珍惜书声琅琅的大学时光，在学院党委和团委的正确领导下，在恩师谆谆教诲和学友的相互勉励下，发奋苦学，顽强拼搏，待学有所成，为创建和谐社会无私奉献自己全部的光和热！

暑期社会调查报告（范文二） ——关于 XXX 普工待遇问题调查

前言

为了利用好此次调查活动，让自己进一步了解社会，在实践中增长见识，锻炼自己的才干，培养自己的韧性，更为重要的是检验一下自己所学的东西能否为社会所用。并通过本次社会实践调查，找出自身的不足和差距所在，把握社会发展的方向，为我在两年后踏入社会做些准备。我收集相关信息就社会上的一些焦点问题有针对性的进行了一些调查。

如今劳动者保障以及待遇问题受到社会的普遍关注及重视。劳动群众的体面劳动应首先体面在待遇上。其实在一定程度上，待遇水平也直接关系到普通劳动者的生存状况，关乎到他们的生活尊严。中国劳动者报酬占 GDP 比例连降 22 年，且在不同地区，不同的职业区域，工资水平相差甚巨。现在，中国成为世界上贫富差距最悬殊的国家之一。

为此已经并将继续发生一系列社会问题，严重影响着社会的稳定与和谐。为此我就利用此次机会仅针对宝安区的一些公司、工厂的普通员工待遇问题做了简单的调查，并希望得到相关部门以及公司、工厂的关注，对其进一步完善和调整。

完成报告之前我已经了解到，劳动保障部门正采取切实措施，落实党的号召以及十七大报告提出的任务，加大了对企业职工待遇优化的调节力度，正在研究建立职工待遇正常完善机制。

首先，为了做好此次调查，前期的准备工作我花费了比较长时间。为了找到合适的地

区做调查，我上网查了一些经济发达地区以及劳动者较多的地区，最终将目标锁定在了深圳市宝安区。调查过程中，通过查阅了一些相关资料，收集各方面信息初步设计出了调查表并做出调查问卷。调查过程中主要一调查问卷和交流的形式为主。

调查时间：2010.7.20 -2010.8.21

调查地点：深圳市 xx 科技有限公司

调查方法：调查问卷，问询法

调查对象：普通劳动者

调查单位：以为代表的中小企业为主，深圳市 xx 科技有限公司为主要调查地点，附带调查一部分其他人群

内容概述：

- (1) 普通劳动工人待遇的现状及其数据分析
- (2) 问题出现的原因分析
- (3) 目前有关部门就相关问题采取的措施

调查预测：

由于本次调查调查任务过大因素限制，实施调查人员过少，能够调查的人群十分有限，地区范围也过于狭窄，以及调查方法不够精确，导致调查结果有一定的局限性和片面性。但本调查能反映出普通劳动工作者待遇问题的大体现状，因此调查具有一定现实意义。

正文

一、 普通劳动工人待遇的现状及其数据分析

随着经济技术的进步,不少企业近年来劳动生产率提高了几倍甚至十几倍,但普通职工的待遇水平并没有随之同步上涨,导致很多一线普通职工工资长期徘徊在低待遇,低工资标准上下,增长缓慢。

在相当部分企业中,普通职工待遇低主要表现为劳动时间长、收入水平低以及工作、住宿条件差。一些企业超时加班已成为普遍现象,特别是有些外贸订单类企业,在生产旺季普通职工一天工作 10~12 小时,每月加班超过法定的 36 小时的现象也非常多;有的劳动密集型企业,企业经营者以“灵活”用工制度的名义,千方百计在不增加普通职工数量的情况下延长普通职工工作时间,尽量压缩劳动力成本;还有部分企业打着计件工资制的幌子,大大超过法定的加班规定和劳动强度,使得一些普通职工在看似合理的“绩效工资制度”下日夜加班。

据广东省人力资源和社会保障厅调查,以上低待遇的问题导致广东省企业用工缺口约 90 万,其中普工缺口相对较大,为 61.2 万,约占缺工总量的 68%。不独珠三角,在长三角以及四川、安徽等传统劳动力输出大省,也出现了不同程度的“招工难”。近年广东省总工会调查显示,珠三角地区农民工月工资 12 年来只提高了 68 元,超过一半的进城务工人员只能靠加班加点获取更多工资收入。这样,即便表面上看一些普通职工工资水平高于最低工资标准 20%~50%,但不少收入都是靠超时劳动获得的,剔除超时劳动因素,法定劳动时间获取的工资与最

低工资标准相差无几,甚至有些时候还要低于最低标准。

普通劳动者的工资水平普遍不高。调查显示,有八成职工的工资低于 2000 元,大部分的职工享有各种不同福利,如餐饮福利,带薪休假,保险等。79.64%的本调查者有加班,其中 73.05%的劳动者每周加班时间在 15 个小时以下,19.16%的 15 到 25 小时,加班时间在 35 小时以上的占 3.59%。在调查中,有 12.57%的劳动者近几年工资没有明显上涨,对现有工资感觉一般的占 41.92%,感觉不满意的有 41.31%。

普通职工待遇差,还体现在不少企业为节约成本,不积极主动改善劳动保护条件和生活福利设施,让一线普通职工长期置身于有毒有害的场所工作和脏乱差的环境中生活,严重损害了普通职工的身心健康。在这种情况下,随着经济社会的发展变化,以及普通职工权利意识的逐步增强,特别是新生代农民工对职业尊严感、满足感的期望值越来越高,这种待遇对于普通职工来说已经很难维持正常的生活需求。

在我的调查中,总人数 1002 人,其中普通工人 713 人。所占比例为 71%。硕士及以上占 1.20%,本科占 7.19%,高中及以下占 76.04%大专占 15.57%。他们中只有 11.98%对工作环境表示满意,其中 49.10%表示一般,有 35.32%的人表示不满意,剩下 3.60%的人表示无所谓。在所调查人员中,学历在高中及以下和大专占了九成以上,而本科及以上的占的份额比较少,可见大多数普通劳动者的学历并不高,这应该是影响他们职位与工资水平的一个因素。其中,所从事工作危险的占 5.99%,工作危险度一般的占 71.26%,说明还有相当一部分人对现有的工作环境不满意。

调查结果表明,广大普通劳动者的仍处于工作待遇低的状态,相关部门的调整机制有待加强。

二、问题出现的原因分析 普通工人流动性较大,对合同的认识缺乏长远性等因素,致使农民工与用工单位在双方有短期雇佣行为的情况下不会签订法律意义上的劳动合同,在保险待遇方面,虽然企业能够按照各级部门的精神将国家的政策传达给每一个普通工人,但企业的参保率一直无法提升,其主要原因是首先认识不足。大多普通工人认为,每月就几百元的工资,辛苦挣来的钱还要被扣掉一部分,虽然不多,但心里很是不舒服,不如钱捏在自己手上放心的多;其次存在侥幸心理。总觉得养老保险那是很遥远的事,医疗保险方面,一般不会出什么问题,即使生病,吃点药就可以了。 在

用人单位方面。部分用人单位钻法律的空子,企业不违反最低工资规定,即便企业劳动生产率和利润大幅提升,不给普通职工涨工资也不违法,只会受到道义上的谴责。这一“合法但不合理”的现象正普遍存在。

三、目前有关部门就相关问题采取的措施

保险待遇普及化、全民化。在提高农民工的参保率方面,政府报告给农民朋友们带来了希望,“着眼于建设覆盖城乡居民的基本卫生保健制度”,也就是说,基本卫生保健制度覆盖城乡居民是民心工程,目前中央和地方政府已有实力和财力,开始着手做这件事。国

国家统计局最新数据显示，截至去年底，新型农村合作医疗制度覆盖 4.1 亿人，而全部农村人口为 7.37 亿，那么，根据政府工作报告，国家今年要把新型农村合作医疗制度的覆盖范围从去年 50.7%的县（市、区）扩大到今年的 80%以上，中央财政安排补助资金 101 亿，比去年增加 58 亿元。因此，除了相关部门要加大对农民工的宣传力度外，在利好政策的前提下，尽量缩短政策与实施之间的时间差，才能让广大农民朋友最快享受到实惠和好处。

目前已经逐渐建立起以工资为核心内容、以行业性集体协商为重点的集体协商机制，提高普通职工待遇水平。这对于加快推进经济发展方式转变具有重要的基础性作用。通过建立工资集体协商机制,推动企业工会代表职工与企业重点就合理确定工资水平和增长幅度开展集体协商,使得普通职工工资能够随着劳动生产率的提高而增长,随着企业利润和盈利水平的提高而提高。另外,还积极探索通过区域性、行业性集体协商等制度,以签订尽可能覆盖更多中小企业的行业集体合同来提高广大普通职工的待遇水平。

为推动企业树立和落实宣传“只有以人为本才能实现长远发展”的理念。对于企业来说,树立以人为本的理念,就是要善待普通职工,为普通职工提供良好的工作和生活条件,让普通职工在参与和推动企业发展中得到实惠,提升待遇。这样，普通职工才会把企业作为自己生存和创业的地方，建立工人与企业和谐共处的生存环境。

四、调查总结

由于本次调查调查任务过大因素限制，实施调查过程中人员过少，能够调查的人群也相当有限，地区范围也过于狭窄，以及调查方法不够精确，导致调查结果有一定的局限性和片面性。这些问题都和预测中出现的问题大相径庭。当然在实施调查过程中还出现了一些预测中所始料未及的问题。这些都经过我的一番努力最终解决了。

调查虽不能全方位地反映所调查的问题，但也是经过查阅大量相关可靠资料和调查众多相关人群得到的真实客观的数据，具有相当可信的参考价值。当然本调查也从一定角度反映了社会上普通劳动工人的生存现状，因此调查具有一定现实意义。希望能得到相关部门相关人群的重视。