

普通高等教育“十二五”规划教材·植物生产类实验系列

作物生产实验、实习指导

ZUOWU SHENGCHAN SHIYAN SHIXI ZHIDAO

(北方本)

黄高宝 柴强 主编



NLIC2970818790



化学工业出版社

黄高宝 柴 强 主 编



NLIC2970818790



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要由验证性实验、综合性实验实习和设计性实验三部分内容组成,共计66个实验。其中验证性实验40个、综合性实验实习14个、设计性实验12个。以培养学生自主实验的兴趣,锻炼学生的设计与创新能力为目标。每个实验几乎都整理了相关实验样品的采集、处理和保存、常用溶液的配制、常用仪器性能指标及使用说明、注意事项等内容。同时,每个实验后面还有相关的实验习题,为实验教学和相关专业师生提供方便。

本书可供高等院校的植物生产类、农学、园艺、土壤、植保等专业师生和相关专业领域的科研技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

作物生产实验、实习指导(北方本)/黄高宝,柴强主编. —北京:
化学工业出版社,2012.8
普通高等教育“十二五”规划教材·植物生产类实验系列
ISBN 978-7-122-14309-9

I. 作… II. ①黄…②柴… III. 作物-栽培技术-高等学校-教学
参考资料 IV. S31

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第098938号

责任编辑:尤彩霞
责任校对:洪雅姝

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14 1/4 字数366千字 2012年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:30.00元

版权所有 违者必究

作物生产实验、实习指导 (北方本)

主 编：黄高宝 柴 强

副 主 编：方子森 郭丽琢 李玲玲

编写人员 (以姓氏笔画为序)：

于爱忠 方子森 牛俊义 李玲玲 柴 强

高玉红 郭丽琢 黄 鹏 黄高宝 谢军红

青 岛

青岛农业大学 110051

前言

(北方本)

根据教育部关于提高学生综合素质、扩大知识面、拓宽专业口径的要求,进一步加强实践教学改革,已成为提高教学质量的关键。农学是一门涉及多学科的综合应用学科,专业实践教学尤为重要。整体上来看,国内农学专业的专业基础课及专业课均设置实验和教学实习,存在三个方面的弊端:一是实验内容重复,比如有关资源辨识的内容可能在农作学、生态学、旱农学、资源与环境等多门课程中同时存在;二是实验类型结构不合理,主要表现在验证性实验比重过高,在培养学生综合运用知识的能力方面效果甚微;三是实验涉及的方法落后,实验教师大多未能将先进的科学研究方法整合到教学项目中,使得学生无法实时掌握本学科新的研究方法、测试手段。因此,提升农学实践教学质量,必须优化实验结构、整合实验内容、完善实验项目。

甘肃农业大学《作物生产实验、实习指导》(北方本)编写小组以帮助学生掌握和巩固基本实验技能、基本实验操作技术、提高独立思考、独立分析、独立解决问题的能力为根本目标,在甄别、精选已有实验基础材料、充分考证农学专业实验教学发展趋势基础上,按照课程群建设思路,编写了本实验教材。该实验教材遵循剔除重复、更新内容、丰富综合性设计性实验的原则,对作物生产类主干课程如作物栽培学、农作学、农业生态学、旱农学实验教学内容进行优化整合。全书共包括实验66个,其中验证性实验40个,综合性实验实习14个,设计性实验12个,每个实验具体内容包括:实验目的、实验内容、实验条件、实验原理、实验步骤、注意事项、思考与练习等部分。本实验教材供北方农业院校使用,也可供其它相关高等院校、研究单位作为教学和研究参考书。教材中的每个实验给出了实验学时和实验要求,仅作为参考,必要时可根据实际适当调整。

本教材的出版受到甘肃农业大学教务处的全力支持,甘肃农业大学植物生产类国家级实验教学示范中心给予了经费资助,在此向相关部门的领导、参编老师一并表示感谢!由于水平有限,书中错误及不足之处在所难免,恳请读者批评斧正。

编者

2012年6月 于甘肃农业大学

目 录

第一部分 验证性实验	1
实验一 种子检验与播种量计算	1
实验二 4种麦类作物的识别	6
实验三 小麦田间取样方法和出苗率的调查	9
实验四 春小麦拔节期田间诊断	13
实验五 小麦籽粒增重速度的测定	15
实验六 水稻的植物学特征及粳、粳、黏、糯和稻种的识别	16
实验七 玉米植株形态观察和亚种识别	18
实验八 玉米雌雄穗分化过程的观察	21
实验九 玉米空秆、秃顶、缺粒现象的调查及原因分析	23
实验十 谷子及其它粟类作物穗部性状观察	24
实验十一 马铃薯块茎及植株形态结构观察与淀粉含量测定	26
实验十二 棉花植株形态特征及栽培种观察	29
实验十三 棉纤维有关经济性状测定与捻曲度观察	31
实验十四 大豆苗情调查及幼苗长相诊断	34
实验十五 食用豆类作物的形态及大豆、花生不同类型观察	35
实验十六 亚麻、油菜类型识别及经济性状分析	40
实验十七 油菜各生育时期田间观察及苗情考查	43
实验十八 油菜花芽分化观察	44
实验十九 甜菜块根、种球、种子外部形态和内部构造观察	45
实验二十 甜菜块根糖分含量的测定	47
实验二十一 农业自然资源的辨识	50
实验二十二 农田生产潜力估算	51
实验二十三 间套作复合群体及农田小环境观测	59
实验二十四 轮作方案的设计与效益分析	62
实验二十五 农田养分平衡分析	66
实验二十六 不同耕法下土壤物理性状的测定与比较 (一) ——土壤坚实度的测定与比较	70
实验二十七 不同耕法下土壤物理性状的测定与比较 (二) ——土壤耕层构造的测定与比较	71
实验二十八 不同耕法下土壤物理性状的测定与比较 (三) ——土壤团聚体的测定与比较	75
实验二十九 土壤水分含量的测定	78

实验三十	旱地土壤水分特征参数的测定	86
实验三十一	旱地作物水分利用效率的测算	88
实验三十二	旱作农田土壤水蚀的测定	90
实验三十三	旱作农田土壤风蚀的测定	93
实验三十四	地表残茬覆盖状况的测定	94
实验三十五	样方法调查种群数量及种群分布型模拟测定	96
实验三十六	生态系统的营养结构和生物多样性测算	98
实验三十七	农业生态系统的能流分析	103
实验三十八	农业生态系统评价指标及应用	110
实验三十九	有机物质热值的测定	118
实验四十	层次分析法在农业生态问题研究中的应用	122
第二部分 综合性实验实习		131
实验四十一	小麦分蘖期幼苗形态特征及幼穗分化进程观察	131
实验四十二	作物叶面积系数 (LAI) 的测定	136
实验四十三	小麦成熟度鉴定、测产及生产效能分析	140
实验四十四	主要大田作物群体结构及栽培管理技术综合调查	143
I	冬、春小麦群体结构综合性状的测定及栽培管理技术措施的调查分析	143
II	玉米及其它粟类作物播前及苗期栽培管理技术调查分析	145
III	马铃薯大田栽培管理技术综合调查分析	147
IV	油菜、胡麻的群体结构及栽培管理技术措施综合性调查分析	148
V	豆类作物群体结构及栽培管理技术措施综合性调查分析	150
实验四十五	作物布局优化方案设计	151
实验四十六	不同种植模式的效益评价	158
实验四十七	农作制度及有关资源的调查与辨识	165
实验四十八	干旱与作物生理生态特性的关系	172
实验四十九	作物抗旱性鉴定	177
实验五十	半干旱旱农区农田土壤水分管理技术与实践	178
实验五十一	作物种内竞争的量化	179
实验五十二	生态因子的综合效应	181
实验五十三	农业生态系统的调查研究	183
实验五十四	田间调查取样的方法	189
第三部分 设计性实验		192
实验五十五	田间试验设计与布置	192
实验五十六	小麦不同群体结构、产量性状的调查分析	197
实验五十七	极端温度对作物的伤害	199
实验五十八	一个地区 (或农户) 农作制度的综合设计	200
实验五十九	豆科作物结瘤特性与氮素、水分和接种的关系	201
实验六十	节水种植技术设计与评价	202

实验六十一	间套作作物边际效应的影响因子与测定·····	204
实验六十二	农作制调研及定性定量分析·····	205
实验六十三	不同地面覆盖方式的水分效应·····	208
实验六十四	植物次生化合物的化感作用·····	210
实验六十五	生物种间的竞争与互补·····	213
实验六十六	表层土壤蒸发量的测定·····	215
参考文献 ·····		218

第一部分 验证性实验

实验一 种子检验与播种量计算

实验学时：4 学时 实验要求：必修

一、实验目的

通过本实验使学生了解种子检验取样的步骤、方法和基本要求；熟悉大田主要农作物播种材料——种子的几个重要质量和品质衡量标准的检验方法和手段；掌握播种量的计算方法。同时强化学生对样品、清洁度、发芽率、发芽势、种子生活力、千粒重、种子用价、计划播量、实际播量、田间出苗率等农学基本概念的理解和掌握。培养学生对种子质量的辨识能力，为将来进行试验研究及指导大田作物生产的技能培养奠定基础。

二、实验条件

1. 材料：主要农作物的当年新种子和往年陈旧种子。小麦新旧种子各 5kg，玉米、大豆、蚕豆、豌豆和扁豆种子各 2.50kg，胡麻和油菜种子各 0.50kg。
2. 用具：散装式、袋装式种子扦样器；分样器；药物天平；培养皿；直尺；瓷盘；镊子；刀片；10mL 刻度试管；滤纸；50mL 烧杯；0.10% 的四氮唑溶液；0.10% 酸性品红溶液；温箱；烘箱；称量瓶；手摇粉碎机；干燥器等。

三、实验内容

1. 认识扦样器，掌握扦样、小样、原始样品、平均样品、试样的概念，学会扦样的方法和要求，熟悉四种样品的分取方法；
2. 认识各种农作物种子的内外结构特点；对种子进行色泽和气味的鉴定，并对种子的清洁度、发芽（势）率、生活力、含水量及千粒重进行测定。
3. 掌握种子用价及播种量的计算方法。

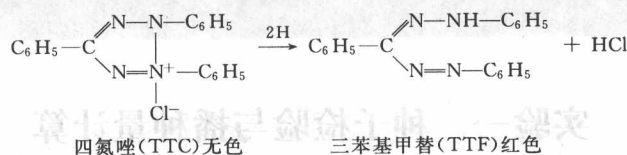
四、实验原理

种子活力是指种子或种子批次发芽和出苗的活性强度及种子特性的综合表现。表现良好的为高活力，表现差的为低活力种子。这也是描述种子在田间出苗和贮藏期间的综合特性。

酸性品红法和红墨水染色方法的原理是通过生物化学的方法来测定种子的实际发芽能力，利用活细胞膜具有选择透性的基本原理，即死细胞质具有被染色的能力，而活的细胞质则无染色能力。植物生活不需要的物质如染料不吸收或很少吸收，所以种胚不染色。而失去生活力的种子因原生质膜丧失了选择透性，染料便进入细胞内使种胚染上颜色。因此，可以根据种胚染色与否来判断种子的生活力。其计算公式如式 1-1。

$$\text{种子生活力}(\%) = \frac{\text{供试种子数} - \text{着色的种子数(胚)}}{\text{供试种子数}} \times 100\% \quad \text{式 (1-1)}$$

四氮唑法 (TTC) 的化学原理是: 四氮唑化学名称为 2,3,5-三苯基四氮唑氯化物 (简称 TTC), 是一种氧化还原染料, 能被氧化还原成红色的三苯基甲替。



其原理是根据有生活力种子的胚细胞具有脱氢酶的作用, 被种子吸收的氯化三苯基四氮唑参与了活细胞的还原作用, 被还原成为红色稳定和不会扩散的三苯基甲替, 无生活力的种子则无此反应, 故不染色。由此可根据胚细胞组织的染色反应来区别有生活力和无生活力的种子。

五、实验步骤

种子检验一般分为田间检验 (取样) 和室内检验 (扦样)、种子鉴定和签证 3 个步骤。

1. 扦样

(1) 扦样的概念和 4 种样品的概念

所谓扦样就是从一批种子中, 按规定方法扦取有代表性种子的过程。扦取的样品一般分为小样、原始样品、平均样品、试样 4 种。

① 小样: 即从一批种子或部分种子中, 用扦样器每次扦取的少量种子。

② 原始样品 (混合样品): 即各个小样混合在一起的种子。

③ 平均样品: 把原始样品充分混合后, 从中分取 1/2 或 1/4 的样品。

④ 试样: 在平均样品中, 按试验要求和分析项目的需要而分取的样品。

(2) 扦样的方法

小样的扦取一般采用扦样器, 经常使用的有两种: 一种是袋装式扦样器, 其主要用来扦取袋装种子的样品。扦取的小样数一般为: 10 袋以下者, 扦取 5 袋; 11~20 袋, 扦取 6 袋; 以后每增加 20 袋, 增扦 1 袋。扦取每袋时, 应分上、中、下 3 个部位扦取。另一种是散装式扦样器 (也叫长柄扦样器), 主要用来扦取散装或堆放种子的样品。扦取的小样数量一般是, 凡粮堆面积在 100m² 以下者, 应设 2~3 个扦样区; 在 100m² 以上者, 则应多设一些扦样区。每个扦样区的面积不应大于 20m²。在每区中设 5 个样点来扦取样品。在粮堆上扦取样品时, 如果粮堆厚度不超过 2m, 应分上、下两层扦取; 在 2m 以上时, 可分上、中、下三层扦取。扦取小样时, 应先上层、次中层、后下层。

平均样品的种子数量一般要求在 4 万粒左右, 如禾谷类作物取 1000~1800g, 油菜取 250g, 烟草取 20g 左右就有 4 万粒种子。

平均样品常用的分取方法有四分法和分样器分取法。

① 四分法 (对角线分样法): 将原始样品摊放于桌面上, 种子堆上部用直尺均匀刮平, 小粒种厚度不超过 1cm, 大粒种不超过 5cm, 边缘为正方或长方形, 用直尺沿对角线分成 4 个三角形。除去对角对称的 2 个三角形, 剩下的种子再混合。按上述方法继续分到需要数量为止, 将最后 2 个对角三角形合在一起, 作为 1 个平均样品, 供种子检验所用。

② 分样器分取法: 将同一检验单位所取来的全部种子混合后, 通过分样器分为二等份, 去其 1 份, 将另 1 份连续分样到所需平均样品数量时为止。

2. 种子检验

(1) 种子色泽鉴定

成熟而干燥的种子, 其种皮色泽较深而有光泽; 受虫害、病害危害的种子, 其种皮色泽暗淡而无光泽, 呈青灰白色; 堆积发热的种子, 其种皮色泽为棕色至暗红色; 受潮的种子, 其种皮色泽呈晦色并略现白色; 陈旧种子, 其种皮色泽呈晦暗色而无光泽。

检验方法: 将种子平铺在黑色底盘台面(或黑色桌面)上观察。注意操作时不要将种子放在强光下进行观察。

(2) 种子气味鉴定

新鲜种子闻起来有清香气味; 发芽种子闻起来有麦芽味; 受病害种子闻起来有霉臭味。

检验方法: 用鼻子凑近种子闻, 气味不清时, 抓一些种子放在手心, 口对着手心的种子深呼吸哈气, 然后赶快再用鼻子去闻, 或将种子置于铁丝网上, 用蒸汽蒸 2~3min 后, 再进行气味的鉴别。

(3) 种子清洁度测定

清洁度是指试样中除去杂质以后所存留的种子质量占试样质量的百分率。公式如下:

$$\text{清洁度}(\%) = \frac{\text{试样重}(g) - \text{混合杂物重}(g)}{\text{试样重}(g)} \times 100\% \quad \text{式 (1-2)}$$

式中的混合杂物包括废种子、有生命的杂质和无生命的杂质。废种子即无胚种子, 用规定孔径(略小于正常种子的直径)的筛子筛下来的小粒和废粒种子, 幼根突破种皮的种子, 霉烂种子, 压碎、压扁的种子, 破伤或损伤达 1/3 以上的种子。有生命的杂质包括杂草的种子, 其它作物的种子、菌核、孢子、害虫的卵和蛹等。无生命的杂质包括土块、石子、碎茎秆、谷壳、种子碎屑等。

判定好种子的标准: 完整饱满, 胚根伸出种皮不到 1mm。胚即使受到细微的伤害但能正常发芽, 胚乳和子叶受伤不到 1/3 的种子均可判定为好种子。

判定废种子的标准: 无胚种子, 用规定孔径的筛子筛下来的小粒或瘦小种子, 胚根突破种皮的种子, 霉烂的种子, 压碎或压扁的种子, 胚乳受到损伤超过 1/3 的种子。

测定清洁度的试样为: 麦类、稻谷 60g, 高粱 30g, 玉米、花生各 30g, 大豆 100g, 谷子、油菜等 10g。

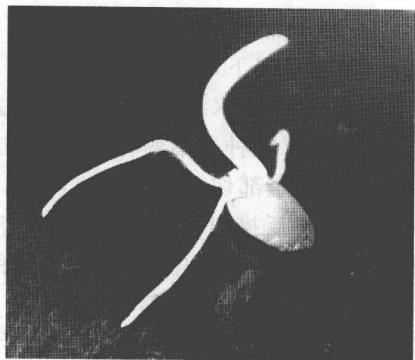


图 1-1 标准小麦发芽种子

(4) 发芽率与发芽势的测定

$$\text{发芽率}(\%) = \frac{\text{适宜条件及时间内能够正常发芽的种子粒数}}{\text{供试种子粒数}} \times 100\% \quad \text{式 (1-3)}$$

$$\text{发芽势}(\%) = \frac{\text{适宜条件下规定天数内发芽种子的粒数}}{\text{供试种子粒数}} \times 100\% \quad \text{式 (1-4)}$$

① 发芽率: 是指种子在适宜发芽条件下, 在一定数量种子中能够正常发芽的种子粒数所占的百分率, 种子发芽率是衡量种子好坏或能否发芽的指标。

② 发芽势: 是指种子在适宜发芽条件下, 于规定的发芽试验时间内(一般为 3~4d)正常发芽的种子数占供试种子粒数的百分率。它是衡量种子发芽快慢和整齐度的一项指标。各种作物种子发芽试验技术规定见表 1-1。

表 1-1 各种作物种子发芽率（势）试验技术规定

作物类型	发芽床	温度条件/℃	光照条件	测定发芽势/d	测定发芽率/d
水稻	滤纸或砂	30~35	暗	4~5	10
小麦	滤纸或砂	20~28	暗	3~4	7~8
大麦	砂	20~28	暗	3	7
燕麦	滤纸或砂	20	暗	4	7
黑麦	滤纸或砂	20	暗	3	7
玉米	砂	32~35	暗	3	7
高粱	砂	20	暗	4	8
谷子	滤纸或砂	20	暗	3	7
大豆	砂	25~30	暗	3	7
棉花	砂	25~32	暗	3	9
油菜	滤纸	20	暗	3	7
花生	砂	25~30	暗	4	10
胡麻	滤纸	25~30	暗	3	10

③ 种子发芽的标准：粒形较长的种子，其胚芽伸出长度不得短于种子全长；圆形种子，胚芽伸出长度不得短于种子自身的直径；而有根无芽、发霉、腐烂、畸形的种子均作为不发芽种子（图 1-1）。

④ 测定发芽率（势）的方法：从检验过清洁度的种子中，随机取 100~200 粒。以 50~100 粒为 1 个试样，分别将试样均匀地放置于备用的培养皿内，先在培养皿内铺上吸水纸或滤纸（两张）或细砂（不超过 2/3 培养皿高）。用水浸湿后，将种子均匀地摆在上面，再将样品及试样的号数、日期、班组用记号笔写在培养皿盖上。然后将其置于 20~25℃ 的温箱中，经常保持温箱内湿润和通风。每天定时进行观察，在种子发芽的固有时间或规定时间内分别测定种子的发芽率或发芽势。

（5）种子生活力的测定

种子生活力的测定方法本书主要介绍以下 3 种。

① 酸性品红法：先取 200 粒作物种子分成两份，分别将其浸入水中（带壳者应先除去颖壳），在室温下，经过 12~15h（或 30℃ 下经过 4~5h），使种子充分吸水膨胀以后，再将种子取出放在吸水纸或滤纸上，吸去种子表面的水分。然后用锋利的刀片（以小麦种子测定为例），把每粒种子沿腹沟垂直切成两半（一半另置），分别置于 2 个盛有清水的 10mL 试管中，当每组全部切完（100 粒）后，用清水冲洗 2 次，然后用 0.10% 的酸性品红溶液染色 5~10min，后捞出，再次用清水冲洗 2~3 次后，将其放在吸水纸或滤纸上吸干水分。最后进行检查记数，求出 2 组有生活力种子的百分率的算术平均值。

② 红四氮唑法（简称 TTC 法）：先把测试种子浸泡 2~3h 或在潮湿的吸水纸上放置 12h，令种子充分吸水膨胀。如以小麦种子为例，可用双面刀片沿麦粒腹沟垂直切为两半。每粒种子取其一半（注意测定的一半种子一定要带胚）放在 10mL 试管中，然后在试管中加入 0.10% 四氮唑溶液，溶液要完全没过种子。为加速反应可在 50℃ 恒温水浴中放置大约 20min，便可看见种子胚逐渐出现不同程度的红色反应，然后根据公式(1-5) 计算其生活力。

$$\text{种子生活力}(\%) = \frac{\text{着色种子数(胚)}}{\text{供试种子数}} \times 100\% \quad \text{式(1-5)}$$

③ 红墨水染色法：可用一般文具店卖的红墨水（以新的为好）稀释后使用。稀释倍数，小麦为 60 倍，大麦为 120 倍，棉花、大豆为 160 倍。将切成对半或剥除种皮的种子试样（预处理方法同上）放在红墨水中染色。染色时间，在常温下大麦和小麦种子为 15min，棉花、大豆种子在 30℃ 温度下为 1h，取出后用清水冲洗干净（至少 2 次），而后根据胚染色的情况进行鉴别，根据公式(1-1) 计算其生活力。

(6) 千粒重的测定

千粒重是指 1000 粒种子的绝对重量, 越是粒大、饱满、充实的种子千粒重越高, 播种后种子出苗整齐健壮。

测定方法: 从平均样品中随机取出 2 组试样, 每组一般数 500 粒 (小粒种子为 1000 粒) 即可, 分别称其重量, 单位以克表示 (精确度达到 0.01~0.10g, 若误差超过平均数的 3%~5% 时应做第 3 份试验)。最后取平均数求得种子的千粒重。

(7) 种子含水量的测定

在平均样品中取 2 万粒种子 (麦类作物为 500~900g, 油菜为 200g, 烟草为 10g)。将其粉碎, 然后用药匙在不同部位取两份定量试样, 每份取 5g, 将试样装入称量瓶称重 (精确到 0.01g)。再将称好的试样放入烘箱中, 在 $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘 3~4h (油料种子 1.50h)。取出后将其放入干燥器中冷却 30min, 然后称其重量。2 次重量之差即为该试样的含水量, 一般用百分数来表示, 换算公式如下 (2 份试样含水百分率不超过 0.50%, 否则进行第 3 次测定):

$$\text{种子含水量}(\%) = \frac{\text{烘前试样重}(\text{g}) - \text{烘后试样重}(\text{g})}{\text{烘前试样重}(\text{g})} \times 100\% \quad \text{式 (1-6)}$$

3. 签证

将种子检验的结果填写到种子检验标签上, 签上检验者的姓名和检验的具体时间等信息。

4. 种子用价和播种量的计算

(1) 种子用价

种子用价是指种子的实用价值。实际上是指该批种子在生产上可以被利用的种子的百分率, 也可将其称为种子利用率。其公式为:

$$\text{种子用价或种子利用率}(\%) = \frac{\text{种子清洁度}(\%) \times \text{种子发芽率}(\%)}{100\%} \quad \text{式 (1-7)}$$

(2) 播种量的计算

播种量通常包括计划播种量和实际播种量, 前者主要受地力和目标产量、品种类型、播期及土壤墒情、整地质量、栽培条件等多种因素的影响。根据历年生产总结和栽培密度试验, 首先要确定每亩^①所要求的基本苗数, 计划播种量是根据所确定的基本苗数 (计划留苗) 和千粒重进行计算的。然后再根据所测得的种子用价和田间出苗率 (田间出苗率一般按 90%~95% 计算), 计算其实际播种量。实际播种量通常大于计划播种量。计算公式如下:

$$\text{计划播种量}(\text{kg}/\text{hm}^2) = \frac{\text{基本苗数}(\text{万株}/\text{hm}^2) \times \text{千粒重}(\text{g})}{10^6} \quad \text{式 (1-8)}$$

$$\text{实际播种量}(\text{kg}/\text{hm}^2) = \frac{\text{计划播种量}(\text{kg}/\text{hm}^2)}{\text{种子用价}(\%) \times \text{田间出苗率}(\%)} \quad \text{式 (1-9)}$$

六、实验注意事项

1. 在测定种子的发芽率 (势) 时应尽量避免挑选大种子和较饱满的种子, 应在所得的试样中随机选取。测定过程中注意及时给被测种子补充水分, 但加水不可过量, 培养皿皿盖和皿座不可颠倒, 以防造成厌氧环境, 影响实验结果。

2. 测定种子生活力时要不时摇动试管, 以便种子的胚与液体充分接触, 染色完后的染色试剂应将其倒入废液缸内。

3. 一批种子在测定其千粒重时, 应避免挑选较大的、饱满的种子, 以免造成测定误差。

4. 学生要遵守实验室有关仪器设备的使用和管理规定。

① 1 亩 = 666.7 平方米。

七、思考与练习题

1. 室内发芽率和大田发芽率有无差别？为什么？
2. 设以检验品种进行播种，每公顷留苗 600 万。小区长 12m、宽 3m，采用 15cm 行距条播，试计算每公顷、每小区、每行的实际播种量各为多少？
3. 将实验材料的纯洁度、发芽率、千粒重、含水量的检验数据，列表整理，并对结果加以分析。
4. 如小麦计划留苗（基本苗）450 万株/公顷，田间出苗率、种子发芽率和清洁度皆为 95%，千粒重 45g，试计算计划播量和实际播量。

八、实验报告的内容与要求

该实验报告内容除实验名称和学生基本信息（姓名、学号、专业、班级、实验日期、实验成绩等）外（下同，不再重复），主要包括：

1. 实验目的与要求（简述）；
2. 实验材料及用具；
3. 实验内容（简述）；
4. 实验方法与步骤（简述）；
5. 实验结果与数据分析：该部分内容主要包括对实验数据、实验中的特殊现象、实验操作的成败及原因、实验的关键点等内容进行整理、解释和分析总结，回答思考与练习题，提出实验结论或提出自己的看法。

注：实验一至实验二十、实验四十一至实验四十四、实验五十六的实验报告的内容和要求与此相同。

实验二 4 种麦类作物的识别

实验学时：4 学时 实验要求：必修

一、实验目的

认识 5 种小麦栽培种的穗部结构特征和主要区别，了解 4 种麦类作物的幼苗和穗部结构特征；通过同异辨识，培养学生的鉴别和抓住事物主要矛盾的能力，同时为学好麦类作物栽培及育种知识奠定良好的基础。

二、实验条件

5 种小麦栽培种的穗子；4 种麦类作物的幼苗和穗子；放大镜；铅笔；笔记本等。

三、实验内容

辨识普通小麦、密穗小麦、硬粒小麦、圆锥小麦和波兰小麦 5 个小麦栽培种及小麦、大麦、燕麦和黑麦 4 大麦类作物的幼苗、穗等主要器官的结构特征和区别。熟悉掌握小麦和燕麦幼苗的区别。

四、实验原理

1. 4 种麦类作物幼苗的特征

见表 2-1。

表 2-1 4 种麦类作物幼苗及种子的主要形态区别

麦类名称	小 麦	大 麦	黑 麦	燕 麦
学名	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Hordeum Sativum</i> Jess	<i>Secale cereale</i>	<i>Avena nuda</i> L.
胚根数目	3~6	5~8	4	3
胚芽鞘颜色	绿、紫	淡绿	紫、红绿	淡绿
叶片宽窄	窄	最宽	较窄	较宽
叶片颜色	绿色	灰绿	紫色(苗期)	浅绿
叶鞘茸毛	有,短	无	长	无
叶舌特征	较短	宽大	短	最短
叶耳特征	细小,有茸毛	宽大,无茸毛	细小,无茸毛	无
植株特征	紧凑	肥大	细高	松散
籽粒顶端茸毛	有或少	无	有茸毛	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
籽粒形状	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
籽粒颜色	白、红	黄色	青灰色,黄褐色	黄色

2. 4 种麦类作物的穗部特征

(1) 小麦：小麦为复穗状花序。花序由穗轴和小穗组成，穗轴由若干穗轴节片构成，小穗着生在每个穗轴节片的顶端，互生排列，每个穗轴节片上着生 1 个小穗，每个小穗最外为 2 片护颖，内部着生 3~9 朵小花，基部小花结实（通常结实 2~5 粒）。

(2) 大麦：大麦为穗状花序。每个穗轴节片上着生 3 个小穗，每个小穗只有 1 朵小花，叫做单花小穗。因小穗在穗轴节片上的排列方式不同，就形成六棱大麦，从穗轴顶部看，6 个小穗互成 60° 夹角；四棱大麦，6 个小穗中，中间小穗与穗轴夹角小，其它 4 个则夹角大，因而从穗轴顶部往基部看时，6 个小穗呈四边形状态，故叫四棱大麦；二棱穗大麦，中部小穗结实，两边小穗退化，故整个穗子呈现二列状。

(3) 黑麦（洋麦）：穗状花序。穗轴节片较多，一般 20~30 个，故整个穗子比较长。每个穗轴节片着生 1 个小穗，每个小穗内只有 2~3 朵小花，通常结实两粒，穗形扁平，每个小花的外颖有明显的呈锯齿状的颖脊，脊顶延伸成芒。

(4) 燕麦：圆锥花序。穗轴 4~9 个节，每节上轮生分枝，下部分枝多，上部节分枝少，分枝上可产生小分枝。分枝顶端着生小穗，护颖膜状。每小穗内有 2~5 朵花，结实 2~3 粒。芒着生在外颖背部。

① 栽培燕麦：外颖较薄而光滑，芒短，端直，无拐角，基部无扭曲。它有两种：一种为裸粒的，即莠麦；一种为带壳的，叫皮燕麦。

② 野生燕麦：外颖坚硬，密布茸毛，芒长，中部有拐角，芒基部扭曲。芒干缩时产生弹力帮助籽粒入土。

3. 4 种麦类作物穗部性状的主要区别

① 花序：大麦、小麦、黑麦为穗状花序，燕麦为圆锥花序。

② 小穗着生于穗轴节片方式：小麦每个穗轴节片上只有 1 个小穗，小穗中又有 3~9 朵小花；大麦是每个穗轴节片上着生 3 个小穗，每个小穗中产生 1 朵小花；黑麦是每个穗轴节片上着生 1 个小穗，每个小穗中产生 2~3 朵小花；燕麦是每个穗轴节产生分枝（分枝呈轮生状态），分枝上可产生小分枝，分枝顶端着生 1 个小穗，每小穗中产生 2~5 朵小花。

③ 芒：小麦的芒着生于外颖上部 1/9 处；黑麦和大麦则是外颖顶部；燕麦则在外颖背中部，可见 4 种麦类作物的芒都着生在外颖上。

4. 小麦栽培种的穗形性状

主要介绍普通小麦、密穗小麦、硬粒小麦、圆锥小麦、波兰小麦的穗部性状（表 2-2）。

表 2-2 主要小麦栽培种的主要特征

名称	穗	芒	护 颖	籽 粒	茎秆	冬春型
普通小麦	疏松,长	有或无短密或分散	草质,约与花颖等长,上部龙骨微突,下部则无	裸粒,圆形,茸毛明显,断面粉质,很少角质	中空	冬型和春型
密穗小麦	紧密,很短	有或无,短分散	草质,上部龙骨等长,中部龙骨微突,下部则无	裸粒,圆形,茸毛明显,断面粉质,很少角质	中空	冬型和春型
硬粒小麦	紧密	有,很长,平行	草质,约与花颖等长,龙骨明显突起,直达基部	裸粒,有棱角,茸毛不很明显,断面角质	上部充实或有空隙	春型
圆锥小麦	紧密或疏松	有,很长,平行	草质,较花颖长 1/3~1/2,有明显的龙骨,直达基部	裸粒,短厚,通常断面是粉质	上部充实或有空隙	主要为冬型
波兰小麦	紧密或疏松	长或短	膜质较花颖长或等长	裸粒很长,一般断面是角质	充实或中空	主要为冬型

五、实验步骤

1. 观察 4 种麦类作物幼苗和籽粒的形态结构和特点

取 4 种麦类作物幼苗和籽粒，仔细观察植株的形态结构和特点，再将每一植株的叶片及叶鞘轻轻剥下，辨别其叶耳、叶舌、叶鞘、叶枕和叶片等器官之间的异同，观察籽粒的形态、颜色及表面。

2. 观察 4 种麦类作物成熟麦穗的形态结构和特点

取其 4 种麦类作物的成熟麦穗，仔细观察各种麦穗的形态结构及其特点。

3. 观察比较 5 个小麦栽培种穗部结构特征

结合表 2-2 仔细观察 5 个小麦栽培种的穗、芒、护颖、籽粒和茎秆，掌握其冬春性。

六、实验注意事项

1. 该实验重点在于比较异同，抓住同类作物的主要特征、特性比较，另外注意俗名与学名的异同。

2. 在辨别之前先要认清叶耳、叶舌、叶枕、叶鞘和叶片。

3. 青稞和大麦的区别是青稞裸粒，大麦带壳，又称皮大麦，但二者护颖均退化成尖条形。

4. 实验过程中请勿将各中作物的麦穗随意乱丢，以防给工作人员造成不必要的麻烦。

七、思考与练习题

1. 根据观察结果填写表 2-3、表 2-4。

表 2-3 4 种麦类作物幼苗特征记载表

麦类名称	叶片颜色	叶片叶鞘茸毛	叶舌特征	叶耳特征	株形特征
小 麦					
大 麦					
黑 麦					
燕 麦					

表 2-4 4 种麦类作物花序构造特点

麦类名称	花序类型	每个节片上的小穗数	小穗中的花数	备 注
小 麦				
大 麦				
黑 麦				
燕 麦				

2. 简述 5 个小麦栽培种的穗形结构，并绘出结构示意图，说明其主要区别是什么？

实验三 小麦田间取样方法和出苗率的调查

实验学时：4 学时 实验要求：必修

一、实验目的

熟悉麦田取样方法和田间出苗率的调查方法；了解小麦基本苗对群体动态的影响，以及在栽培上的重要意义。该实验通过苗情调查、分析，在培养学生基本技能和动手能力的同时，进一步培养和提高学生分析问题和解决问题的能力，使学生认识到作物栽培学中群体的概念和重要性，为进一步学好小麦田间管理措施奠定良好的基础。

二、实验条件

不同出苗情况的麦田；皮尺（米尺）； 1m^2 的木框或金属框；铅笔；笔记本等。

三、实验内容

了解麦田取样时样点的设置原则；练习取样的方法，进行基本苗和出苗率的调查。

四、实验原理

1. 田间取样

田间取样就是在大田选取具有代表性植株的过程。样点的设置原则是：凡地段地形复杂时多设，反之，则少设。面积越大，设点越多。生长整齐，成熟一致的地块可以少设，反之，应增加样点数。品种越杂，设点越多。

各作物有不同的规定，在样点设置原则上，要灵活掌握，但要始终把握住样点的均匀性和代表性这两个原则。

在一块地中，取样的方法一般有：梅花形取样法、对角线取样法（也叫五点法）、棋盘式取样法 3 种。

梅花形取样法适应于地块不大、整齐性较好的地块。对角线取样法和棋盘式取样法适应于地块较大和整齐性较差的地块。

2. 基本苗的调查

由 1 粒种子发芽长成的作物称为作物个体。基本苗就是单位面积上生长的作物个体总数。每亩基本苗数是栽培密度的标志，也是产量构成的重要因素之一。确定每亩基本苗数要因地、因时、因作物品种而异，地力、品种分蘖力、播期、肥水条件等对其影响较大。

3. 小麦田间出苗率的调查