

中国农业大学

硕士学位论文

北京地区麦类饲草—青贮玉米种植关键技术与模式试验研究

姓名：律宝春

申请学位级别：硕士

专业：农业推广·农业种植

指导教师：胡跃高;贾希海

20060601

摘 要

2000年以来,北京农业结构调整面临一系列新的要求。第一,奶业经济和草食家畜发展迅速,需要优质饲草生产;第二,伴随着城市化推进,全市水资源压力不断加大,农业用水受到制约,迫切发展节水农业;第三,为减轻水资源压力,小麦种植面积减少后,出现了大量裸露农田,成为冬春季节沙尘暴的重要尘源,严重影响了环境和2008年绿色奥运建设,裸露农田治理是面临政府和农业部门的重要课题。本课题针对上述要求,从麦类饲草、青贮玉米品种筛选和种植密度入手进行试验研究,并在此基础上探索构建麦类饲草-青贮玉米种植模式。研究结论如下:

1、昌平、顺义、双桥和农科院作物所四个试验点10个麦类饲草品种鲜草和干草产量进行测定,鲜草产量在889.0-3289.6 kg/667m²之间,干草产量在386.3-873 kg/667m²之间,差异显著($p<0.05$)。黑麦品种4R507干草产量平均为798.2 kg/667m²,鲜草产量2835 kg/667m²,其各点平均含水量为73.6%,产量最高;其次为小黑麦品种WOH828。黑麦、小黑麦品种均不感病,大麦感叶枯病。小黑麦品种中饲237没有倒伏外,其余品种有倒伏现象,大麦和冬牧70倒伏严重,但是倒伏时靠近青刈时间,不影响产草量。延庆点的研究发现,只有OKLON,冬牧70, BATES和4R5074个黑麦品种抗寒性好,能安全越冬,而小黑麦和大麦几乎全部死亡;对昌平和顺义两个试验点植株死茎率分析表明,除冬牧70和OKLON外,其余品种均有死茎,其中大麦死茎最高,在昌平试验点达到9%,说明小黑麦品种的抗寒性较黑麦差,大麦最差。除大麦外对土壤覆盖是45%外,其余品种都在55%以上,对土壤覆盖效果好。黑麦品种4R507和小黑麦品种WOH828的抗病、抗倒、抗寒、产量等综合性状表现较好,可以在京郊示范推广种植。

2、测定小黑麦“中饲1890”在不同密度对小黑麦生育期的影响发现,在(10、15、20、25、30、35)万/667m²密度下生育期均表现一致。说明密度不影响生育期进程。小黑麦“中饲1890”生育期在220天左右收获,此时小黑麦的品质和产量都达到最佳,并且为下茬青贮玉米留出足够的生长期。麦类饲草密度为35万/667m²的小区产量极显著高于其他密度处理($p<0.01$),达到14489.6 kg ha⁻¹。

3、青贮玉米品种筛选试验中,春播试验中平均亩产超过4500公斤的品种有11个品种,它们是410,科多4,怀研4,科青2,科多8,高油115,科青1,农大86,农大108,412,怀研6,显著高于其他七个品种。夏播中产超过3500公斤的品种有白鹤、410、墨白、科青1、科多8、科青2,与其它品种有极显著差别($p<0.01$)。鲜穗占全株比重测定表明,中原单32、怀研4、怀研6、墨白、农大86、农大108、中单9409、科青1等高于35%。对夏播玉米品种干物质、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维测定表明,410,科青1号,农大108,科青2,高油115,怀研4品种品质稍好。中金601,宝石红,墨白,鲁单052,中原单32,科多4倒折严重;宝石红、中原单32、鲁单052较感病。该9个品种不适宜做青贮玉米品种。综合产量、营养、抗病、抗倒等性状春播青贮玉米选择怀研4号,科青1号或农大108,夏播青贮玉米选择科青1号或墨白比较适宜。

4、通过对三个试验点科青1号(2300, 2800, 3300, 3800, 4300, 4800)株/667m²密度试验表明,在高肥力土壤(有机质1.2%以上)条件下,留苗适宜密度为3800-4300株/667m²,在中、低肥力土壤(有机质0.85%-0.66%)条件下,适宜留苗密度为3300-3800株/667m²。

5、小黑麦(中饲 1890)-青贮玉米(科青 1 号)周年生产模式测定表明：小黑麦亩产鲜草 3133.5 公斤、干草 768.6 公斤，亩收入 461.2 元，亩利润 156.2 元，小黑麦亩效益比普通小麦多 23.2 元；青贮玉米亩产量为 3683.3 公斤，亩收入 442 元，亩利润 211.5 元，比普通玉米多 66 元；小黑麦-青贮玉米种植模式比冬小麦-玉米模式亩增加经济效益 89.2 元。纯利润增加 32%。小黑麦+青贮玉米种植模式对促进畜牧业和提高种植效益起了很大的促进作用，可取得较好的经济效益。

关键词：麦类饲草，青贮玉米，种植技术，密度、模式

Abstract

Since 2000, with the regulation of agricultural structure in Beijing, we faced a lot of new requirements. First, the lack of high grade forage restrict the development of cow raising industry; second, with the increasing pressure of water resource, agricultural water usage was conditioned; third, after reducing the area of wheat, the winter bared farmland become an important dusty source, therefore the environment and green Olympic were affected. The aim of this research is to select appropriate cultivar and planting density of wheat forage and silage corn for Beijing, and construct a wheat forage—silage corn planting mode. The conclusions of this research are:

1. The fresh yields of 10 wheat forages differed from 889.0~3289.6kg/mu, while the dry yields differed from 386.3~873.0kg/mu, the difference between cultivars are significant ($P<0.05$). The rye '4R507' exhibit the highest output, its dry yield is 798.2 kg/mu, and fresh yield is 2835 kg/mu, the mean rate of water content is 73.6%. All the ryes and triticales are not sensitive to disease, but barleys are sensitive to leaf blight. All the triticales are failing over except for 'zhongsi237', but this phenomenon doesn't affect the outputs. In YANQING, rye 'OKLON', 'dongmu70', 'BATES' and '4R5074' can survive during winter, while all the triticales and barleys can not; in CHANGPING and SHUNYI, all the wheat forages have dead stems except rye 'OKLON' and 'dongmu70'. The results shows the cold resistance of these wheat forages are ryes> triticales>barleys. The wheat forages exhibit excellent winter ground cover, the covering rate of barley is 45%, while the other trows are over 55%. The rye '4R507' and triticale 'WOH828' appears better than other wheat forages in integrated properties, which can be extend in suburb of Beijing.

2. The planting density of triticale 'zhongsi1890' doesn't affect the growing period. The best growing period for triticale 'zhongsi1890' is about 220 days, it can spare enough time for the next rotation. The best planting density for wheat forage is 35,000/mu ($P<0.01$), and the relative yield is 14489.6kg/ha.

3. There are 11 variety of silage corn whose yields reach 4500kg/mu, higher than others ($P<0.01$), including '410', 'keduo4', 'huaiyan4', 'keqing4', 'keduo8', 'gaoyou115', 'keqing1', 'nongda86', 'nongda108', '412' and 'huaiyan6'. In summer seeding, the yields of "baihe", '410', 'mobai', 'keqing1', 'keduo8' and 'keqing2' are higher than others, reached 3500kg/mu ($P<0.01$); the results of DM, NDF and ADF show that the quality of '410', 'keqing1', 'nongda108', 'keqing2', 'gaoyou115' and 'huaiyan4' is better than others ($P<0.01$); 'zhongjin601', 'baoshihong', 'mobai', 'ludan052', 'zhongyuandan32' and 'keduo4' are easy to falling over; 'hongbaoshi', 'zhongyuandan32' and 'ludan052' are sensitive to diseases. In conclusion, 'huaiyan4', 'keqing1' and 'nongda108' are suitable in spring seeding, while 'keqing1' and 'mobai' are suitable in summer seeding.

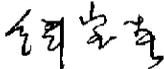
4. The best planting density for 'keqing1': 3800~4300/mu in high fertility (organic content is above 1.2%); 3300~3800/mu in low fertility (organic content is between 0.66%~0.85%).

5. The output of planting mode triticale 'zhongsi1890'—silage corn 'keqing1': The fresh yield of triticale is 3133.5kg/mu, the dry yield is 768.6kg/mu, the income is 461.2yuan/mu, the profit is 156.2yuan/mu, increased 23.2yuan/mu than wheat; the yield of silage corn is 3683.3kg/mu, the income is 442yuan/mu, the profit is 211.5yuan, increased 66yuan/mu than corn; the profit of triticale—silage corn planting mode increased 89.2yuan/mu than that of winter wheat—corn, the increasing rate is 32%. This planting mode promotes the benefit of planting, accelerates stockbreeding and produces more profit.

Key words: wheat forage, silage corn, planting technique, density, mode

独创性声明

本人声明所提交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得中国农业大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

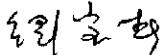
研究生签名： 

时间： 06 年 6 月 14 日

关于论文使用授权的说明

本人完全了解中国农业大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。同意中国农业大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容。

(保密的学位论文在解密后应遵守此协议)

研究生签名： 

时间： 06 年 6 月 14 日

导师签名： 

时间： 06 年 6 月 12 日

第一章 文献综述

麦类饲草包括小黑麦、黑麦、大麦等饲草，在生产上主要是以小黑麦为主，其次是黑麦。

1 小黑麦的地位和特点

自 1876 年 Wilson 首先发现了小麦与黑麦杂交不育株并指出可用于育种，到 1969 年第一个六倍体小黑麦品种 Rosmer 在加拿大商用注册并开始推广，大约经历了一个世纪。在这期间世界上许多国家的科学工作者经过刻苦研究，解决了小麦与黑麦的不可杂交性，小麦与黑麦杂种不育性，杂种染色体加倍，揭示了异源染多倍体形成新种的规律及小黑麦的遗传组成特性和性状遗传，进入到育种研究阶段。小黑麦按照染色体的倍性可分为十倍体、八倍体、六倍体、四倍体，目前生产上应用的是八倍体和六倍体小黑麦。由于小黑麦生长发育与小麦不完全相似，因而在生产中应根据小黑麦的生长发育特点及其用途，确定有其在种植制度中的地位，以指导小黑麦生产。

1.1 小黑麦的地位

1.1.1 小黑麦在现代种植制度中的地位

我国在生产中最早应用小黑麦的地区是西南、西北的高寒瘠薄山区，即自然条件比较严酷、生产条件较差的地区。在这些地区，因充分发挥了小黑麦的抗逆性能，故小黑麦长势良好，在应用区域取得了比较满意的产量，解决了当地的口粮问题，受到山区人民的欢迎。近年来，随着畜牧业的发展，饲料需求量逐年增加，小黑麦作为优质饲料作物在全国各地得到了较为广泛的应用，在现代耕作制度中占有一席之地。现在正在进行小黑麦其他方面的开发应用。

1.1.2 小黑麦是重要的饲用作物

2000 多年来，我国传统的大农业结构是典型的“粮食作物-经济作物”二元结构。因人口众多，长期以来我国农业以生产粮食作物为主，养猪、养鸡、养鱼等作为家庭的副业生产，城乡需求的猪肉、禽和鱼等大部分由农民和牧民提供，饲料粮生产在农业生产体系中尚未立足。近年来，随着人民生活水平的提高，我国居民的生活需求发生了质的了变化，口粮消费量逐步下降，肉、蛋、奶等畜产品的需求量越来越大。据联合国粮食及农业组织于 1998 年的统计，我国肉、蛋、奶的需求量较大，分别达到 55.14 亿 kg、22.20 亿 kg 和 11.06 亿 kg，分别是 1980 年的 2.1 倍、6.8 倍和 6.7 倍，但与世界水平相比，仍有一定的差距。我国人均奶消费量仅为世界平均水平的 9.6%，发达国家的 3.4%，亦远远低于《中国居民膳食结构》中所规定的人均 36kg 的标准^[1]。我国已经将改善人们的食物结构和平共处提高国民营养列为一项基本国策。这就意味着我国将大力发展畜牧产业，禽畜数量也将大量增加，饲料量必将大量增加。据统计，我国每年需牧草 1000 万 t，而且目前牧草能力只有 200 万 t，并且供需之间的缺口还将随着我国畜牧业年平均增长 10% 以上的发展速度继续拉大^[2]，其他类型饲料缺口亦较大。2000 年我国能量与蛋白质饲料需求量是目前我国供给量的 1.4 倍左右。据预测，2010 年我国能量与蛋白质饲料需求量将是能量供给量的 1.2~

1.4 倍, 2020 年是能量供给量的 1.1~1.2 倍^[1]。急需种植饲料作物来增加我国饲料供给量。我国各地饲料需求量不一, 经济发达地区饲料供需缺口更大。北京市 2001 年奶牛存栏近 8 万头, 肉牛存栏 6 万头, 全年出栏 13 万头, 肉羊存栏 10 万头, 出栏 88 万头, 到 2005 年计划发展到奶牛存栏 10 万头, 出栏肉牛 30 万头, 出栏肉羊 230 万头, 对饲料的需求量日益增大。如按高产奶牛饲养规程及肉牛、肉羊育肥规程计算, 北京市年需青饲料约 217 万 t, 干草约 64 万 t, 目前生产量远远不能满足需求^[4]。

要实现畜产品的优质、高产, 首先需要考虑和解决饲料的高产与优质问题, 选择与生产优质饲料十分有利于畜禽的生长, 有利于生产优质畜产品供人类所需。小黑麦在全国各地种植, 均表现产草量大, 营养比较均衡、丰富, 饲喂牲畜效果好、效益高的特性, 已在某些地区成为越冬主要饲料等作物, 1989 年种植小黑麦中饲 1890, 抽穗后鲜草产量达 55800kg/hm², 比冬大麦鲜草量 30150 kg/hm² 增产 85%。1990 年抽穗后鲜草量达 34890 kg/hm², 比冬大麦鲜草量 24600 kg/hm² 增产 41.8%。1991 年小黑麦鲜草量比大麦高 7485 kg/hm²。目前已建立了“青贮小黑麦-青贮玉米”的种植模式。2001 年种植小黑麦近 700 hm², 占整个冬季青饲料作物的 70%左右^[4]。中国农业科学院作物育种栽培研究所新近推出的饲用小黑麦, 产鲜草量 45~52.5t /hm² 左右, 籽粒粗蛋白含量在 15%~17%, 赖氨酸含量 0.40%左右, 比一般的饲料大麦增产 50%以上, 将成为我国牧区、长江以南和西南地区替代小麦的作物之一, 前景看好。

由此可见, 在当前农业结构调整中, 小黑麦可以作为一个独特的产业化饲料作物之一在其中发挥—事实上的作用。通过种植小黑麦等牧草及饲用作物, 合理利用现在的土地资源, 并充分利用光、热、水、肥等自然资源, 种草养禽, 发展食草动物, 全年供青, 以青代精, 在大幅度提高第一性生产的生产效率的同时, 为第二性生产提供优质、充足、廉价的饲料资源, 不仅有利于克服饲料粮不足的矛盾, 还可通过优质、高效的牲畜转化, 保持畜牧业的稳定增长, 保障日益增长的畜产品供给, 实现高效率和高效益, 实现种植业结构由“粮食作物、经济作物”的二元结构向“粮食作物-经济作物-饲料作物”的三元结构转变, 形成草多、畜多、肥多、粮多的良性循环, 增强农业生产的抗灾能力, 实现传统农业向现代农业的飞跃。

1.1.3 小黑麦是防尘固沙植物

近年来, 春季沙尘暴已成为我国特别是北方地区的一大自然灾害, 通常认为防风固沙最主要的措施是植树造林, 但在我国北方不少地方因气候条件限制, 常采用一年一熟的耕作制度。据统计, 仅北京地区春玉米种植面积就有约 13 万 hm², 冬春季有近半年的时间空闲, 裸露的耕地在北方春季干旱少雨的气候条件下, 土质疏松, 防止地面裸露, 亦是防风固沙的一项重要工作。草作为一种重要的植被, 能吸收空气中的 CO₂ 和灰尘, 有些草还可吸收有毒物质。据测定, 每公顷草地每小时可吸收 CO₂ 1.5g。刮 3~4 级风时, 裸地上面空气中的尘埃浓度是草地上面的 13 倍。小黑麦作为冬春青饲料作物种植, 一方面, 作为青饲料可解决畜禽冬春饲养无或少青饲料的难题, 且不影响下茬春玉米的播种; 另一方面可覆盖地面, 起到保持土壤水分、防止沙尘飞扬的作用。据北京市顺义区农业科学研究所 2001 年测定, 秋播小黑麦, 基本苗 450 万/hm², 冬前地面覆盖率在 65%左右。因此, 在北方一年一熟地区推广秋播种植小黑麦, 用其绿色覆盖地面, 不仅满足饲草生产的需要, 又有利于改善生态环境, 一举多得。

1.2 小黑麦抗性表现

小黑麦遗传了黑麦和小麦的基本特性,因而表现出其独特的特征,对外界环境的抗性与小麦、大麦不一致,总体抗逆性强。

1.2.1 抗寒性

小黑麦的耐寒性强,在 2°C 的环境中可正常生长,在一些不宜种植小麦的地区,如陕西商洛高寒山区。近年来都能种植小黑麦。在海拔 $1200\sim 1600\text{m}$ 的地区种植小黑麦,产量为 $2250\sim 3250\text{kg}/\text{hm}^2$,比当地小麦增产 50% 左右,比当地黑麦增产 90% 以上;在海拔 1000m 左右的浅山区,产量 $3000\sim 3250\text{kg}/\text{hm}^2$,比当地小麦增产 60% 以上,解决了当地人民吃细粮的问题^[5]。在贵州的不同海拔地区种植,产量水平多高于小麦,其中海拔 2200m 的威宁种植,比小麦增产 $3\sim 4$ 倍^[6,7],在贵州海拔 1860m 的盘县种植5个小黑麦品种,均比当地种植的小白麦增产,增产幅度达 $16.7\%\sim 90.0\%$,平均增产 36.0 ^[6]。在新疆种植,冬季气温 $-28\sim -30^{\circ}\text{C}$ 的条件下仍可正常越冬^[8]。

小黑麦拔节比小麦迟,晚霜冻害较轻。例如,1976年贵州省威宁县在3月底、4月初出现晚霜,全县小麦普遍遭遇冻害,但小黑麦冻害较小麦轻,在部分地区小麦产量接近颗粒无收的情况下,小黑麦产量仍能取得 $1095\text{kg}/\text{hm}^2$ 的收成。因而在贵州西部的高寒山区推广种植,比当地过去种植的燕麦、荞麦等作物产量高 $1125\text{kg}/\text{hm}^2$ 左右^[9]。

1.2.2 抗旱性

小黑麦抗旱性强,在旱地或干旱年份能取是比小麦高的产量。据内蒙古自治区拉布拉林农场资料可以看出,早年小黑麦产量显著高于小麦,增产幅度达 $44.60\sim 109.40\%$ ^[10]。黑龙江九三农科所1985年进行的小黑麦抗旱性试验,试验田在整个生育期不接受降雨,小黑麦80D-562折合产量 $1246\text{kg}/\text{hm}^2$,而对照克丰2号小麦产量仅 $627.75\text{kg}/\text{hm}^2$,小黑麦比小麦增产 99.2% ^[21];新疆农四师十六团1996年在旱地上种植新小黑麦1号,产量达 $5250\text{kg}/\text{hm}^2$,1997年在遭受罕见灾条件下,新小黑麦1号产量平均达 $3300\text{kg}/\text{hm}^2$,较宁春16、17号小麦分别增产 15.6% 和 13.4% ^[11]。

小黑麦抗旱性强主要是其形态特性、生量特性与小麦相比存在着明显的差异,具体表现在:

① 小黑麦苗期叶片长,叶面积较大,幼苗匍匐,中后期叶征短小,叶面具有较厚的蜡质层,能有效地减少水分的蒸发和蒸腾,水分蒸腾量小,有利于保持植株体内的水分^[12,13]。据威宁县农业科学研究所观察,在旱早期,小黑麦和黑麦叶片的黄化速度慢,而小麦黄化速度较快;抗旱性指数为小黑麦较低,黑麦居中,小麦最高;雨后恢复情况则以黑麦为最快,小黑麦次之,小麦最慢^[14]。

② 小黑麦的根系比小麦、黑麦发达,根系分布深,能够有效地利用土壤中深层的水分和养分^[15-18]。据程渡等(2000)^[19]测定,小黑麦苗期单株 13.8 条,根干重为 2.64g ,春小麦只有 12.1 条和 1.98g ,小黑麦根系性能明显好于小麦。黑龙江九三农科所1985所拔节期测定,结果为:小黑麦平均根数比小麦多 1.7 条,根干重比小麦高 58.3% ^[9,11,21,23]。董永琴等^[25]在成熟期测定,结果为:小黑麦单株根干重平均为 3.26g ($2.36\sim 5.30\text{g}$),小麦根干重平均为 2.41g ($2.26\sim 2.64\text{g}$)。

③ 小黑麦叶面具有较厚的蜡质层,叶片蒸腾量小,叶细胞质膜透性比小麦,部分品种经高

温处理后叶细胞质膜透性仍比小麦低,表现出较强抗旱能力^[20]

1.2.3 耐贫瘠性

小黑麦一般表现出耐贫瘠。1972~1980年,在贵州省不同试点,不同土壤肥力的土地上种植小黑麦,土壤肥力中等或中下等土地上,小黑麦的产量比条件相似的小麦平均高7.6%~36.6%,而在中上等至于等土地上和良好肥水条件下的小黑麦产量比小麦平均低16.1%^[21]。因此小黑麦在贫瘠的丘陵、山地和沿海滩涂地区种植,具有一定的产量潜力。

小黑麦具有较强的抗旱耐瘠能力,主要是因为小黑麦具有强大发达的根系。据威宁县农业科学研究所小黑麦拔节期对根系的测定,无论根的入土深度,以及根的分布宽度、单株次生根系,都显著优于黑麦及小麦^[22]。

1.2.4 耐酸碱性

小黑麦耐酸碱和盐分的能力比小麦强。据贵州省威宁县农业科学研究所1972~1973年在山坡瘦薄的酸性黄壤上试验,10个参试小黑麦品种中有8个产量超过小麦推广品种“阿波”。1973~1974年,威宁县在42个生产队开展多点试验,所有试验点小黑麦产量均超过小麦和黑麦,其中绝大多数试点土壤为酸性黄壤和黄棕壤的低产田土^[26]。在波兰,过去只能种黑麦的大面积干燥酸性地区,小黑麦长势良好^[27]。在河北沧州旱涝盐碱十分严重的土地上,种植小黑麦可产鲜草60000 kg/hm²和籽粒4665 kg/hm²^[28]。

小黑麦对盐分的敏感性较差,忍耐性较强。据澳大利亚科学家利用水培养影相筛选系统,在2000~3000mmNaCl(相当于25%~40%的海水)环境中测定根系的忍耐力和干物质积累量表明,小黑麦Juanido20780和LTC033-79优于小麦。

1.2.5 抗病虫性

小黑麦的抗病虫性主要来自黑麦,如抗锈病、黑穗病、白粉病、叶斑病、根腐病和大麦黄矮病毒以及抗线虫等抗性一般强于小麦。但由于小麦和黑麦染色体组的相互作用也影响了某些特性的表达。如小麦条纹花叶病毒,黑麦是免疫型,小麦早感染-中抗型,而小黑麦则倾向于小麦。以于麦角病,小麦是高抗,黑麦属感染-中抗型,而小黑麦则倾向于黑麦。六倍体小黑麦抗BYDV,而小麦不抗,八倍体小黑麦有抗性和不抗两种类型。

有关各地推广应用的小黑麦品种的抗病性,经多年观察,认为小黑麦对白粉病免疫,对秆锈、叶锈、条锈有一定的抗性,但不同品种或材料间,在抗锈性上存在差异。中国农业科学院植物保护研究所1978年对32个小黑麦品种接种鉴定结果表明,全部小黑麦品种对条锈病免疫或高抗性,部分品种以秆锈病表现免疫高抗性,但大部分品种不抗叶锈病^[27-28]。小黑麦以丛锈病表现高抗性,据1983年内蒙古拉布达农林场试验,东农111小麦(当地惟一的抗病小麦品种)因丛矮病为害产量仅150kg/hm²,参试的8个小黑麦品系平均1972.5kg/hm²,比小麦增产13.2倍^[29]。另据以内蒙古呼伦贝尔盟岭北地区调查,小麦丛矮病发病率最低年份平均为18.7%,高发年份为39.7%,严重地块发病率为84.5%~95%,每年都有绝产田块,而小黑麦丛矮病发病率一般不超过10%,有些品种不超过1%~2%^[30]。同时,小黑麦对黄矮、病毒病、叶枯病等亦有一定的抗性。

小黑麦与小麦一样,不抗赤霉病,在病害流行年份,大多数品种均可发病,但其耐病性显著强于小麦,病害明显比小麦轻,穗腐率虽然较高,但病情指数不成比例上升,或者病情指数升高,而千粒重并不显著下降,损失小。如1980年贵州省中部地区赤霉病大流行,据贵州农学院调查,小麦普遍严重感染赤霉病,但小黑麦感染显著较轻,小黑麦、小麦平均病穗率和率指数分别为16.4%和8.2、86%和40.5^[7]。同时,还应看到小黑麦种质资源中,存在着不少抗赤霉病的抗源。贵州省威宁县农业科学研究所1976、1977年鉴定了600多份小黑麦品种和材料,其中高抗的占2.65%,中抗占6.7%,中感占30.9%,高感占61.9%^[7]。万永芳等(1997)^[11]鉴定了30份六倍体小黑麦、6份黑麦和174份大麦材料,小黑麦中没有发现免疫和高抗材料,抗性品种5份,占16.7%,8个小黑麦品种在2个接种期的病级变异较小。国外有研究发现小黑麦中有部分抗赤霉病亲本,如MainoTF12等。因此,对小黑麦抗病资源应很好地挖掘并加以利用^[27,28,31]。

日前通过杂交和回交把小黑麦的抗病性、抗逆性等特性导入小麦,已育成了许多抗逆性强的小麦品种,如黑龙江和内蒙古选出的85005、91y101、3优90等小麦抗叶枯、抗丛矮病的品种。

1.2.6 抗倒伏性

由于小黑麦兼备其双亲的优点,根系发达,茎秆粗壮,茎粗可达0.5~0.7cm,原始品系和第1代小黑麦株高较高,通常不抗倒,现代选育的小黑麦品种株高已比前两者低30cm左右,具有较强的抗倒伏能力^[16]。据李晓梅等(1994)^[34]分析,比较小黑麦原始品系WR34与WR2814、第1代高秆品种小黑麦3号、第2代中秆品种劲松22号、劲松54号、劲松56号和Y1139F6选系第7个和小麦品种4个的株高构成指数,表明小黑麦原始品系和第1代品种I₁、I₂、I₃呈倒“V”形分布,这类品种第2节间和第4节间均相对较长,易发生倒伏,第2代小黑麦品种株高构成指数呈上斜线分布,I₁最小,I₃小于或接近I₂,这类品种第2节间相对较长,第4节间相对较短,抗倒能力增强。

同时,小黑麦基部节间较粗,据裴晓靖等(1992)^[25]资料,1989年小黑麦基部第2节间粗0.40~0.44cm,小麦为0.4cm;1990年小黑麦基部第2节间粗为0.43~0.48cm,而小麦对照仅为0.40cm。

1.3 小黑麦研究内容现状和趋势

作为一个新的作物,小黑麦最初主要在欧洲如英国(Wilsin, 1876)、德国(Rimpau, 1888)、俄罗斯(Meistar, 1921)和瑞典(Muntzing, 1933)等国家进行研究和试种。后来发展到美洲的加拿大、美国 and CIMMYT, 澳洲和澳大利亚和新西兰, 亚洲的中国、日本和印度等国也先后进行了研究。20世纪60年代以后,随着小黑麦属间杂种的遗传组成、染色体加倍和育种的突破和进展,著名的遗传学家Muntzing曾预言,小黑麦这个人工创造的新物种具有巨大的生产潜力,随着技术的不断发展,它必将加入到老的谷物中,成为人类和家畜的一个新的作物^[13]。Rosner、Armadillo和Lasko等新品种(系)的培育成功,在欧洲和美洲分别组织了跨国度的小黑麦品种区域试验,开始了地区分散式和种植和应用。直到1986年在澳大利亚的Sydney召开了第一届国际小黑麦会议。1988年德国人Rimpau获得第一个天然杂交的八倍体小黑麦品种(系),由于受当时的细胞技术所限,直到1935年才进行了细胞学鉴定,确定了它的染色体数 $2n=56$ (为六倍体普通小麦和二倍体黑麦的染色体数目总和),染色体组为ABDR。此后许多学者都对八倍体小黑

麦进行了研究,其中瑞典的 Muntzing 从 1934~1965 年通过 30 余年的深入研究,搜集了当时世界上的八倍体小黑麦,将它们分为四类,并进行了相互杂交,选出了一批优良品种(系)。表现穗大、粒多、千粒重高、抗病和种子蛋白质含量高(17%~19%),但是结实率和种子饱满度不易解决进展缓慢的原因是八倍体小黑麦研究的现状,认为八倍体小黑麦结实率和种子饱满度不易解决和进展缓慢的原因是八倍体小黑麦的原始品系太少,遗传基础狭窄,所以很难通过不黑麦品种(系)间杂交来解决结实率和种子饱满度的难题。因而从提高小麦和黑麦属间杂种结实率着手,通过小麦和小黑麦杂交遗传分析,找出极易与黑麦杂交的、我国特有的“桥梁”品种,再通过“桥梁”品种与小麦优良品种的杂种 F_1F_2 与黑麦杂交,获得遗传基础丰富的大量的原始材料。仅从 1957~1967 年就制种了 4700 余个八倍体小黑麦原始品种(系),然后针对结实率和种子饱满度等问题,通过不同品系和杂种选系间的充分杂交,经过长期严格选择,终于选育出小黑麦 1~4 号在我国贵州威宁高寒山区(1700~2800m 海拔)试种成功。1980 年在贵州省推广种植面积达 3.8 万 hm^2 ,全国种植面积达 5.3 万 hm^2 ,为世界上八倍体小黑麦最先大面积在生产上应用,受到世界各国的关注。八倍体小黑麦不但蛋白质含量较高,而且含量对面粉发酵起决定性作用的 D 染色体组,因而烘烤品质好。但是综合多个农艺性状却比较困难。随着生产的发展,对八倍体小黑麦提出了更高的要求,如矮秆、早熟、容重高等,但八倍体小黑麦随着株高降低,种子饱满度等性状也随着下降。针对这些特点,鲍文奎教授又提出了在对 R 染色体组的隔离机制下,引入小麦的优良基因,来改进小黑麦的综合性状的观点,如在育成 Rht8、Rht9、Rht10 和 Rht12 等品种上收到一定的成效。在八倍体小黑麦中具有小麦的 ABD 染色体组和黑麦的 R 染色体组,它们的遗传关系比较复杂,同时黑麦染色体的异染色质对小黑麦性状的影响很大,因而使小黑麦育种在早期进行缓慢,所以许多国家的学者转向了对六倍体小黑麦的研究。

六倍体小黑麦是通过四倍体硬粒小麦与黑麦杂交和染色体加倍而成,它具有 A'、B'、R 染色体组(2n=42)。1945 年 OMara 通过胚培养把硬粒小麦与黑麦杂种胚培养成苗,并用秋水仙碱处理使杂种染色体加倍,得到第一个六倍体小黑麦^[14]。1951 年西班牙的 Sanchez-mongl 合成了各种六倍体小黑麦,并提出六倍体小黑麦的胚与胚乳的倍性比例适当,核质协调,染色体的倍数已达到最适水平,因而六倍体小黑麦最有前途。1954 年加拿大曼尼托坦大学设立了 Rosner 讲座,专门研究小黑麦,他们先后收集了北美和欧洲的小黑麦品系,并结合细胞遗传、生理生化和育种进行研究,于 1969 年选育出第一个商用注册六倍体小黑麦品种 Rosner,此后又选出 Welsh 等在生产上试种,种植面积很快达到 1000 hm^2 。1964 年 Borlaug 在参观了曼尼托坦大学的小黑麦项目后认为小黑麦很有前途,并建立 CIMMYT 与曼尼托坦大学之间的合作研究项目,1969 年 CIMMYT 又设立了国际多学科、多国家间小黑麦试验研究计划,成为目前世界上研究小黑麦最大的项目。从 1970 年起通过六倍体小黑麦“Armadillo”等一系列品种(系),并在世界许多国家种植,其中许多地方产量都超过了当地小麦的产量。同时在欧洲的波兰于 1984 年也选出 Lasko、Grado 和 Dagro 等六倍体小黑麦品种,在欧洲和大洋洲的新西兰都表现出高产,很快得到迅速发展。1986 年在波兰已推广种植面积达 100000 hm^2 ,在欧洲达 600000 hm^2 ,在世界已达 1075000 hm^2 。六倍体小黑麦不含 D 染色体组,所以它的面筋品质和烘烤品质都不如八倍体小黑麦和普通小麦。但是通过六倍体小黑麦、八倍体小黑麦与普通小麦杂交,从 D/R 染色体代换中可以把 D 染色体带有面筋和烘烤性状的基因导入六倍体小黑麦,从而改善烘烤性能和品质。Lukoszanski (1989,1998)^[15]利用小麦 1RS/1D 易位系与六倍体小黑麦杂交、回交,把小麦 1D 染色体上编码 HMW 麦谷蛋白亚

基 5+10 的 GLU-Dd 和 LMWN GLU-3 基因转移到六倍体小黑麦的杂交后代中, 不仅有 R/D 染色体代换系, 还有 D/A 或 D/B 染色体代换等, 从此可获得含有 D 组遗传物质的全套 R 染色体的小黑麦。因而目前小黑麦中无论是八倍体小黑麦还是六倍体小黑麦染色体组中, 有利基因和遗传物质都可以通过杂交和染色体代换、易位进行交流, 将八倍体和六倍体小黑麦的优良性状结合起来, 形成代换形小黑麦和次生型小黑麦, 甚至还可以把其他种属中的有利基因引入小黑麦中。随着生物技术和应用, 这将是小黑麦研究发展的趋势。随着生产、经济和社会的发展, 人类不仅需要高产、优质(食用和营养品质好)和高效(以最低的投入获得最大的收益)的作物, 以适应人口增长以及人类对食物和营养调整的需求; 同时也为了地球的生存, 保护生态平衡, 防止污染, 不断地寻求新的生物能源。

1.4 在农业结构调整中的作用

改革开放以来, 我国国民经济持续发展, 农业的发展进入了新阶段, 我国粮食的年均生产能力已达到 5 亿 t 的水平, 人均粮食占有量达到 400kg 左右, 为提高人民生活水平、调整食物和营养结构奠定了基础。但是世界上人口最多的国家(占世界人口的 22%), 而我国的耕地仅占世界的 7%, 预计我国人口数量到 21 世纪 30 年代将会出现历史的最高峰, 可能达到 16 亿左右, 因而粮食、饲料的需求将进一步增加。为了确保我国人民的食物和营养的改善, 为了我国农业的可持续发展, 我国制定的《中国食物与营养发展纲要(2001~2010)》^[36], 就是从我国农业的可持续发展要求, 从建设中国特色社会主义市场经济的要求出发, 提出我国食物和营养发展方向和指导思想, 其中重要的一项改革措施就是农业结构调整, 种植业由传统的“粮食作物经济作物”二元结构向“粮食作物-经济作物-饲料作物”三元结构转变, 在稳定提高粮食生产能力的基础上, 着力优化食物品种, 优化食物品质, 优化食物布局, 促进食物生产效益大幅度增长。发展名、特、优农产品, 促进养殖业发展, 提高食物综合利用能力。

小黑麦是一个粮饲兼用新作物, 它不但生物产量高, 营养品质好(蛋白质、赖氨酸含量高, 必需氨基酸组成平衡, 富含维生素和钙、磷等矿物质), 而且抗病、抗逆性强, 适应性广, 对土壤选择不严, 特别是小黑麦的抗寒性强, 在较低的温度下生长快, 可为我国冬麦枯草季节提供优质青饲, 又不误玉米、棉花、水稻等下茬作物种植, 提高复种, 充分利用冬春的光、温和土壤等资源的利用率, 比较适合我国的国情。同时小黑麦的根系发达, 对氮、磷利用率高, 因而种植小黑麦相对比种植其他作物省水省肥。种植小黑麦作饲料, 由于它的抗病、抗虫性强, 在生长期不必喷施化学药剂, 因而可以避免某些化学物质的积累, 所以在某种意义上说小黑麦是真正的“绿色饲料”。

小黑麦在我国发展比较快, 随着我国农业结构调整的深入, 饲料小黑麦的发展将更为迅速, 如在 1990 年饲料小黑麦的种植面积仅为小黑麦种植总面积的 1%, 而到 2000 年饲料小黑麦的种植面积已发展到占小黑麦种植总面积的 80%, 到 2002 年饲料小黑麦的面积已达 90% 以上, 不仅用于牛、羊、兔等草食牲畜, 而且还可以用于养鸡、鸭、鹅等家禽和草鱼等水产养殖业上, 应用的方式可以作青贮、青饲、精料和草粉。

2 青贮玉米的地位和特点

青贮玉米是指从乳熟至腊熟期收获,其果穗和茎叶适合做青贮发酵的玉米。它是用于生产奶、肉等副食品的重要饲料。按照生产特点,青贮玉米可分为专用型青贮玉米和粮饲兼用型玉米。专用型青贮玉米是指将果穗、茎叶专门用于饲养家禽、家畜的玉米品种,收获时具有较多的干物质产量,与其它青贮饲料相比具有较高的能量和良好的营养吸收率。粮饲兼用型玉米是在获取较高的子粒产量同时,又能获得大量畜禽充分利用的秸秆,果穗成熟时茎叶仍保持鲜绿以供青贮。此外也可以依据分蘖性强弱,划分为分蘖型和独秆型两类型:分蘖型青贮玉米分蘖性强,在2个以上,整株绿色器官产量高,果穗多,青穗比例高,蛋白质含量高,能有效地提高青贮饲料品质;独秆型青贮饲用玉米基本无分蘖,植株高大,叶片繁茂,茎秆粗壮,果穗1~2个^[29-35]。

与一般青贮饲料相比,青贮玉米具有以下特点:①茎秆粗壮,抗倒伏能力强,耐密性好,光合效率高,茎叶产量高收获时具有较多的干物质产量,干物质含量超过200g/kg,使得发酵稳定;②富含维生素、可溶性碳水化合物及微量元素,蛋白质含量高,木质素含量低,有机物消化率高,在较长的收获时期内品质保持稳定;③适口性好,经贮藏发酵后茎秆软化具有酒香味,柔软多汁,使得牲畜食欲旺盛,可作为全年常备饲料。根据研究,青贮玉米1公顷可产6750个饲料单位,而马铃薯、甜菜、苜蓿、三叶草、饲用大麦等作物的饲料单位远不及青饲料玉米。1公顷青饲料玉米比燕麦籽粒的饲料单位多一倍,可消化蛋白和钙比燕麦多一倍,胡萝卜素是燕麦的60倍^[29,31-34,36-38]。

2.1 青贮玉米的地位

近年来,随着人民生活水平的提高,肉、奶、蛋的需求量越来越大。国家已把畜牧业发展行动计划列为2002年农业部门重点实施的六大产业发展行动计划之一,提出奶业率先实现跨越式发展,进而推进畜牧业全面发展。北方天然草地由于长时间超载过牧,草地资源退化严重,广大农区草食家畜饲养主要依靠秸秆和精饲料缺乏青绿饲料,畜牧业发展近期内饲草的解决主要依赖于种植业。玉米作为饲料之王,饲料用玉米约占全国玉米总产量的78%左右,在目前的玉米生产模式中,主要是按粮食作物方式生产,仅以收获子实为目的,而研究证明,按饲料要求生产的玉米单位面积总营养(全株)远比收获后的玉米子粒加上秸秆利用效率高,将子实玉米改为全株青贮,其营养物质至少可多收50%。因而是提高玉米效益的重要手段。Hunter等(1991)实验证明营养价值高的青贮玉米品种将可以节省更多的配合饲料,降低成本获得较大的经济效益。青贮玉米种植区域广,可全年保存、四季供应,有利于养殖业和饲料生产的集约化经营。在欧美国家中,玉米青贮饲料早已成为反刍家畜日粮中主要成分和幼兽育肥的强化饲料。此外,玉米秸秆青贮,还可减少秸秆燃烧造成的环境污染^[29-30,32,33,37,39]。

2.2 青贮玉米的发展现状

发达国家畜牧业生产非常注重青贮玉米生产,在欧洲专用型青贮玉米种植面积已达玉米面积的80%左右。例如法国每年就种植青饲玉米2270万亩;德国每年种植青饲玉米1396万亩,意大利每年种植青饲玉米487万亩。俄罗斯、匈牙利玉米青贮饲料都约占全部青贮料的85%。荷兰用

于种植青贮玉米的土地占各类饲料总量的 30%以上。美国青贮玉米年播种面积 $4.6 \times 10^6 \text{hm}^2$, 占玉米种植面积的 12%以上。日本奶牛和肉牛饲养业过去是以青饲料为主, 近年来逐渐改变为常年利用青贮饲料。我国养殖业未来总体发展将长期在精饲料不足情况下进行, 因此我国未来中长期必将走“节粮型养殖业”道路, 加入 WTO 后提高草食家畜产品质量要求十分紧迫。与此同时, 奶业发展迅速, 公司加农户的奶业发展模式在全国多数地区具有普遍推广意义, 全国奶业专业户连续多年来在以 10%以上的递增率增长。这表明青贮饲料专门化生产的基础已经形成, 而且在战略上呈稳步扩大生产态势。按照标准化成乳牛年青贮料消耗量为 10 吨计算, 全国目前 200 万头成乳牛加上其它育成牛年需求量至少为 2000 万吨。和 400 万亩播种面积, 中长期发展中预计我国奶牛规模将达到 1000 万头, 届时仅奶牛需求一项, 青贮料将达到 1 亿吨左右, 合青贮播种面积约 2000 万亩规模。我国对专用青饲玉米的需求正在迅速扩大, 青贮玉米已经成为或正在成为我国今后玉米新品种选育与推广应用的一个重要方向和任务^[29,33,36-37,40,46-47]。

2.3 青贮玉米发展存在的问题

2.3.1 产量与营养品质

青饲玉米的品质, 目前国际上通常采用洗涤剂对纤维的营养价值进行评价, 具体标准是: 适时收获(乳熟到腊熟)的青贮玉米, 干物质含量 30%~40%之间, 每亩干物质产量 1600kg, 粗蛋白含量大于 7.0%,

淀粉含量大于 28%, 中性洗涤剂纤维含量小于 45%, 酸性洗涤剂纤维含量小于 22%, 木质素含量 3.0%, 离体消化力大于 78%, 细胞壁消化力大于 49%, 此外, 青饲玉米品种的选择还要要求牲畜适口性好, 消化率高^[49]。但我国青贮玉米产量水平不整齐, 纤维品质较低, 营养研究缺乏。

2.3.2 品种

我国的畜牧业科研、生产和管理部门, 早在 20 世纪 60~70 年代, 就大力提倡种植和应用青贮玉米, 但推广难度很大, 推广范围很小。20 世纪 80 年代以前我国没有专用的青饲型玉米品种。1985 年我国首次审定专用青饲玉米品种京多 1 号, 80 年代中后期选育的专用型青贮玉米和粮饲兼用型玉米新品种由于传统认识、种植习惯、品种适应性、丰产性等原因, 种植面积有限。“七五”期间我国将青饲玉米育种列入国家科技攻关计划, 此后各地先后育成了太多一号、太穗枝 1 号、科多 8 号、辽洋白、龙牧一号、辽青 85、沪青 1 号、科多 4 号、科多 8 号、科青 1 号等专用青饲青贮玉米新品种。但是同籽粒型玉米相比较我国青贮玉米品种少, 更新慢, 如内蒙古自治区种植的专用型青贮玉米基本是常规种“东陵白”、“英红”等, 品种单一、老化退化严重, 白鹤品种在黑龙江省种植几十年。多年来, 国内玉米育种仍然以籽粒高产为主要目标, 而且青贮玉米种质资源相对较少, 遗传基础还比较狭窄。

2.3.3 栽培技术

目前国内青贮玉米栽培研究主要集中在各种高产栽培技术层面上。如平整土地、种子处理技术、播种技术、苗期管理技术、施肥技术、病虫草害防除技术等, 对其他方面的研究较少, 在生

理层面上的研究更少。此外,针对我国人多地少的国情发挥多熟种植传统农业优势,为农区发展畜牧业提供大量的优质青贮饲料,已有部分研究者进行了青贮玉米多熟种植的研究,进行了麦后复播青贮玉米栽培技术研究。

2.4 青贮玉米发展对策

2.4.1 提高青贮玉米产量和品质

上述结果表明,我国青贮玉米应该大力提高其整株产量,同时品质有待于进一步改善,如降低中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维含量等。分蘖玉米比不分蘖玉米具有更高的整株干物质产量,这种优势在种植密度低的情况下更明显^[33]。研究表明,不同类型的分蘖玉米在营养成分、干物质消化率、能量、粗蛋白含量上没有显著的区别^[33]。此外,分蘖型玉米秆物质产量潜力很大,每公顷能生产更多的可消化营养物质,具有更高的青贮饲料利用价值^[5]。因此,分蘖型青贮玉米将成为青贮玉米品种选育的重要方向之一。

研究认为,籽粒产量与整株产量和干物质的积累相关性没有达到显著,因此在选育青贮玉米品种时,要考虑整株而不单单考虑籽实高产,此外,叶面积、叶片数目、以及收获指数等的改良能有效提高青贮玉米产量。

有人提出,无论是生物学产量,还是根和茎秆的倒伏性均与饲用玉米的饲用价值特点无关,所以通过选育可以使青贮饲用玉米的生产力、抗倒性以及饲用价值同时得到改善。

此外,通过改善栽培技术等进一步提高青贮玉米产量和品质。

2.4.2 加快专用青贮玉米育种进程扩大品种资源

在玉米种质资源中甜玉米农艺性状较差,产量较低,与普通玉米比较,甜玉米的整株干物质产量降低大约40%,粗蛋白和可消化干物质至少降低50%。此外,籽粒水分散失速度非常低。糯玉米和甜玉米一样,不宜做青贮饲料。研究表明,与普通玉米比较,优质蛋白玉米不存在代谢上的优势,优质蛋白玉米的青贮饲料价值没有显著差异,在饲料吸收率、饲料效率、产奶量和牛奶成分上均没有差别。

Bm3褐色中脉玉米,木质素含量低,做青贮饲料的营养价值很高,但是导入bm基因的杂交种生长速度低、早期生长势弱、易倒伏、开花延迟、籽粒产量低、抗性差。分蘖型玉米具有较低的籽粒/秸秆比值,在收获时整株的含水量在不同基因型间差异很大。高含水量对贮存有一定影响,进而会影响体外消化率。高油玉米的含油量高,具有较高的能量。用高油玉米籽粒饲喂家禽、猪和奶牛,可以提高日增重,但是作为青贮玉米,高油玉米与普通玉米在营养品之上并无显著差异。综上所述,普通玉米是选育青贮玉米杂交种的基础,应充分利用遗传变异广泛的普通玉米,加速选育青贮玉米杂交种。同时应加强基础研究,特别是群体合成和改良工作。通过轮回选择,得到遗传变异广泛、产量潜力大、品质优良、配合力高的优良青贮玉米群体。

2.4.3 加强青贮玉米耕作栽培体系研究

以肥、水调控为主要内容的栽培技术,导致了肥水施用过量,严重恶化生态环境,只是玉米

生产成本增加,今后应进一步研究玉米优质高效轻型栽培技术,提高玉米单产和改善玉米品质,同时也应加强栽培技术的研究与推广。

我国的畜牧业主要在农区,而大部分农区都可以进行多熟种植,并且部分农区有大量的冬闲田可供利用,因此为了充分利用资源扩大饲料来源向畜牧业提供充足的优质粗饲料,应大力开展青贮玉米与其他作物的复种轮作耕作技术体系研究。

2.4.4 开展专用青贮玉米的加工利用研究

随着畜牧业发展,到目前为止专用青贮玉米品种得到了较大发展,但是相应的加工利用研究滞后于这种发展。玉米秸秆于整株青贮玉米的营养品质、干物质含量等方面存在着很大的不同。今后,应该对整株青贮玉米加工利用加大研究力度,加快研究进程,而不是仅仅停留在对玉米秸秆的加工利用研究上,但是,玉米秸秆研究的成果和方法等将为整株玉米的加工利用研究提供了很好的基础。

3、北京市种植业调整的基本趋势

3.1 发展种养结合是促进京郊农业发展的重要途径

随着农业结构调整的不断深入,草食家畜已成为京郊农业发展和农民增收的主要调整方向,2001年畜牧产值达到了104亿元,占农业总产值的48%,到2005年要达到60%,特别是草食家畜,其占畜牧总量的比例将继续增加。据市统计局数据,京郊2001年主要草食家畜存栏总量为:奶牛8.7万头、肉牛9.6万头、羊145.1万只,主要集中在大型养殖场和养殖小区(见下表)。草食家畜特别是奶牛、肉牛和羊的迅猛发展带动了京郊饲草产业的快速发展。

表 1997-2000年京郊市家畜存栏结构演变趋势

指标项目	计量单位	1997	1998	1999	2000	2001	2005
实际存栏							
1.奶牛	万头	5.8	5.5	6.1	9.5	8.7	12.34
2.肉牛	万头	5.2	5.7	7.2	8.3	9.6	12.0
3.羊	万只	80.9	95.8	103.1	120.1	145.1	228.21
4.生猪	万头	241	254.5	248.3	250		
5.家禽	万只	3071.6	2824.6	3141.4	3643		
6.特畜珍禽	万只		185.6	435.7	1670.4		
折合标准家畜单位							
1.奶牛	万头	5.8	5.5	6.1	9.5	8.7	12.34
2.肉牛	万头	4.68	5.13	6.48	7.47	8.64	10.8
3.羊	万头	8.09	9.58	10.31	12.01	14.51	22.82
4.生猪	万头	72.3	76.35	74.49	75		
5.家禽	万头	46.074	42.369	47.121	54.645		
6.特畜珍禽	万头	0	2.784	6.5355	25.056		
总计	万头	136.944	141.713	151.0365	183.681		
草食家畜与猪禽结构(特畜珍禽按70%为草食家畜计)							
草食家畜比重	万头	13.56%	15.64%	18.18%	25.33%		
猪禽比重	万头	86.44%	84.36%	81.82%	74.67%		

资料来源:北京市统计局,北京市农村经济统计年鉴。

北京市农牧结合发展势头很强,已经成为农村经济的重要组成部分,发展前景都很广阔。它们的发展给农民带来了很大的经济效益,尤其在拉动种植业的调整和提高经济效益方面起了决定性的作用。京郊饲草种植以禾本科饲草和豆科饲草为主,种植面积最大的禾本科饲草为青贮玉米,包括专用青贮玉米和粮饲兼用青贮玉米,面积 27.7 万亩;其次为麦类饲草小黑麦、黑麦和青贮高粱等,面积不足 2 万亩;豆科饲草种植面积最大的种类为紫花苜蓿,面积接近 26 万亩。种植也相对集中,如紫花苜蓿在通州、顺义、昌平 3 区县的种植面积在 20 万亩左右,占全市面积的 65%。相对来说青贮玉米、和其他配套饲草种植规模小,只在昌平、顺义等区县的少数乡镇种植,严重影响了农牧协调、健康发展。

3.2 发展节水型农业

北京市作为我国的首都,地处北方半干旱地区,特别是近年来人口急剧增加,降雨量连年下降(降雨量不足 400mm),目前可利用淡水资源人均占有量仅 300m³,为全国人均的八分之一,世界人均的三十分之一。据有关部门预测,即使实现了南水北调,2010 年北京可供水量也只有 41-54 亿 m³,缺水 12-20 亿 m³。但农业用水量占全市 40%以上,为了保证城市居民和工业用水,从 80 年代中后期,密云、官厅水库就已停止对农业供水。1988 年开始,京郊大力推广喷灌节水技术,目前全市喷灌面积占可灌溉面积的 80%以上,全部采用的是无法补充的深层地下水。由于地下水的连年超采,使北京形成了 2000 多平方公里的漏斗,大部分机井水位近几年来已下降了十几米以上,许多机井甚至在春季成为枯井。地面沉降面积达到 800 平方公里,累计最大沉降量达 850 毫米,对首都的居住环境造成了很大威胁。为了加强节水工作,市政府办公厅颁布了京政办发(2000)93 号文件,要求到 2002 年年底之前农业用水实现 22 万亩农田再生水灌溉,封闭严重超采区机井 1000 眼,减少官厅、密云水库指标水 1750 万立方米;完成山区水利富民五小工程 1 万处;减少稻田 20 万亩;4.5 万眼机井安装水表,农业用水由转变为实行水表计量制和定额灌溉制。但是,应当看到,工程节水技术主要减少输水过程可被重复利用的损失,只有农艺节水和工程节水实现有机结合,才能实现真正意义上的节水,即减少农田水份的蒸发、蒸腾—节约田间净耗水量,提高作物对水分的利用率。因此应在现有工程节水的基础上,选择抗旱节水品种、采取生物、农艺节水措施,提高自然降水和浅表水源的利用效率,形成完整的节水农业技术体系,从根本上解决农业对地下水的依赖,改善水环境,形成地表水和地下水联合调度、合理补充的良性循环,实现农业的可持续发展。可见,节水农业不仅是一个水利工程问题,它还应是综合农学、植物生理、土壤化学、微生物学、环境和气象、农业工程等多门学科的综合应用技术,是工程节水、农艺节水和工程节水的有机结合。因此,发展综合节水农业是我市郊区农业生产的当务之急。我国在农业节水方面也做了大量的工作。建国以来,为了提高作物产量,全国各地开始兴修水利,发展灌溉。80 年代后,由于水资源紧缺,我国又大力推广节水灌溉技术,如喷灌、渠道衬砌等减少输水损失的工程节水技术。农业部门也进行了一系列农艺节水技术的研究和推广,如抗旱品种的选育,耕作、覆盖、栽培管理等农艺措施、化控节水技术和间歇灌溉、波涌灌溉技术的应用,提高了土壤保水蓄水能力,减少了田间深层渗漏和流失,降低了无效蒸腾蒸发,增强了作物抗旱能力,提高了有限水分利用率、作物产量及经济效益。但是缺乏工程节水和农艺节水技术的有机结合。发展节水农业应根据当地的降雨量及时空分布,选择耐旱节水作物、筛选示范抗旱品种、

因地制宜地选择灌溉技术、耕作保墒技术、生物覆盖技术以及抗旱保水化学制剂,实现农艺节水、工程节水和管理节水三位一体,最大限度地提高单位水量的生产效率,实现节水农业的新突破。

3.3 发展生态型农业

气象学把沙尘天气分为浮尘、扬沙和沙尘暴三种状况。浮尘是指尘土,细沙均匀浮游在空中,水平能见度 ≤ 1000 米的现象。浮尘多为远处尘抄经上层气流传播而来,或有沙尘暴、扬沙出现后尚未沉降的细粒浮游空中而成。扬沙是指地面尘沙被风吹起,空气相当混浊,水平能见度在1000~10000米的现象。沙尘暴是指在大风、干旱的气候条件下风挟带大量沙尘,而使空气混浊、天色昏黄的现象。出现沙尘暴时,水平能见度小于1000米。气象专家还把风速 >20 米/秒、能见度 <200 米者定为强沙尘暴;把风速 >25 米/秒、能见度 <50 米者定为特强沙尘暴。据国家气象局统计,京郊冬春季节沙尘天气发生频次和强度逐年增加,严重影响了首都居民的正常生产和生活。2000年,据国际权威部门对世界上大中型城市受污染程度的调查,排出了世界上“十大污染最严重的城市”,北京位列其中。近年来,经过一系列的城市环境整治,首都大气质量虽然取得了明显成效,但2002年达到和好于2级的天气仅为55.6%,说明“沙尘天气”的问题还远没有解决。据测报,目前北京大气主要污染物为可吸入颗粒物,土壤尘是形成可吸入颗粒物的重要成分。从北京50年的沙尘天气观测资料分析:

北京气象台 1951~2002 年风沙日数统计

年度	大风 日数	沙尘暴 日数	扬沙 日数	浮沙 日数	沙尘天气 日数总计	沙尘天气 日数年平均
1951~1955	72	33	285	72	390	78
1956~1960	77	16	158	41	215	43
1961~1965	63	16	79	29	115	23
1966~1970	199	38	90	27	147	24.9
1971~1975	233	8	89	38	135	27
1976~1980	157	6	128	21	155	31
1981~1985	98	4	70	25	99	19.8
1986~1990	76	3	48	11	62	12
1991~1995	51	4	19	18	41	8
1996~2000	54	0	24	13	37	7.4
2001	31	0	14	3	17	17
2002	15	0	21	8	29	29

71%为扬沙,浮尘和沙尘暴分别占20%和9%,扬尘为就地起沙,而沙尘暴和浮尘则来自内蒙古高原中部农牧交错地区,这一部分外来源要依靠西北地区的生态治理来改善,而71%的扬尘占北京地区沙尘天气重中之重。若采取措施减少冬春季裸露农田面积,改善北京地区土壤条件,减少就地起沙问题,北京的抄尘天气就会有所改观。

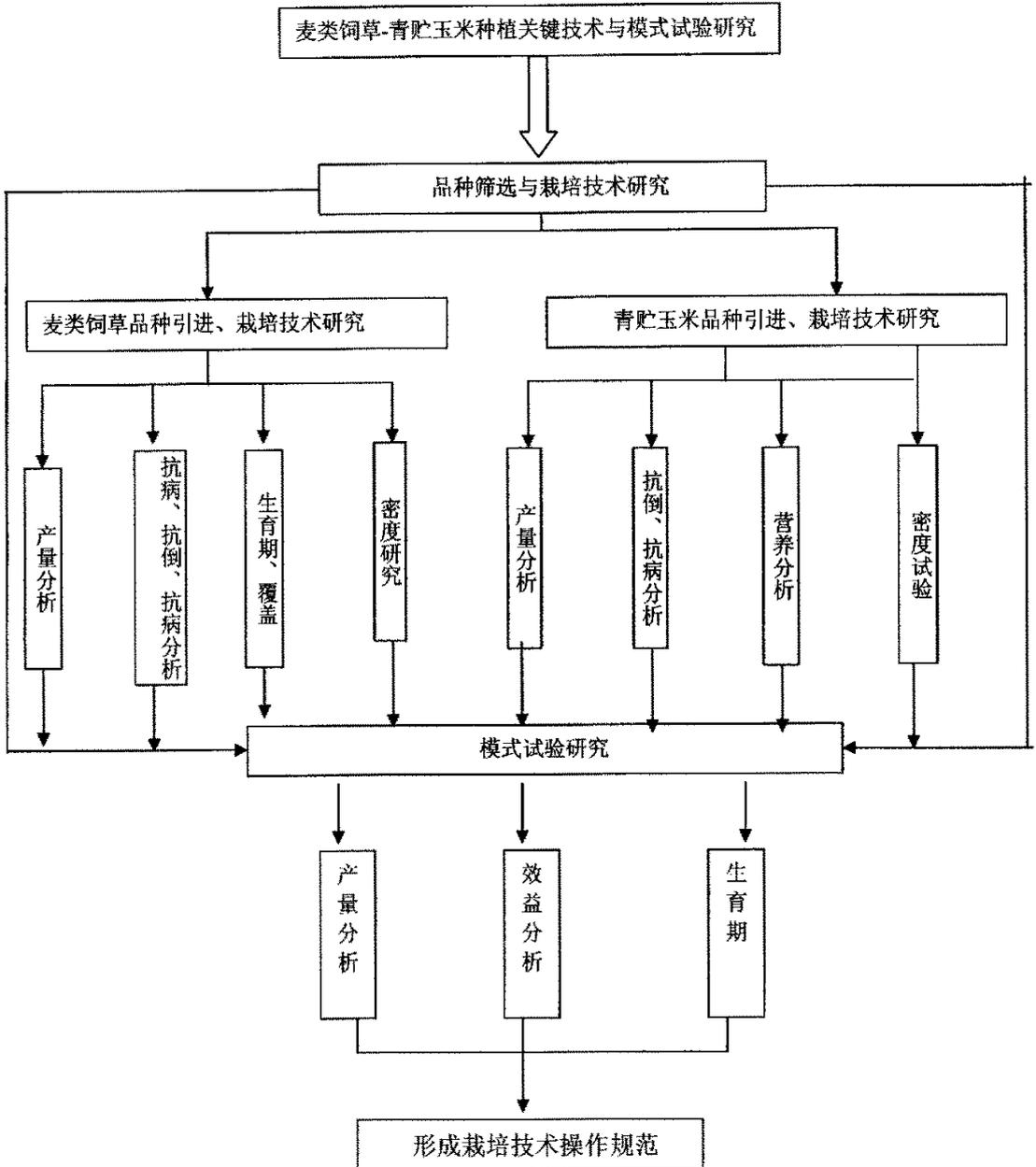
2001年沙尘天气发生了17次,频率之高显而易见。而2002年北京地区发生的几次风沙天气,

其中 2002 年 3 月 19 日的一次达到了气象学中的沙尘暴级别。春季气候异常,是造成沙尘天气的主要原因。一是全球气候变暖的影响。目前,全球气候正在变暖,许多地区降水减少,这种趋势在未来 30 至 50 年还要持续,这种大的气候背景有利于沙尘暴发生频数的增加。2000 年以来,在 3~4 月份,华北地区和西北地区东部气温显著偏高。偏高的幅度达 2~3℃,部分地区气温偏高幅度为近 40 年以来少见。这使土壤解冻的时间比往年提前,加速了土壤水分的蒸发。疏松的沙土极易被大风扬起。二是北方大部分地区春季降水稀少。2000 年春天,北方大部地区基本无降水,解冻后大面积表层土壤干燥、疏松,植被还未形成,且在每次大风到来之前均没有可以抑制扬沙的明显降水过程。三是冷空气活动频繁,大风连续出现。2000 年 3~4 月份,冷空气活动异常频繁,在冬春大风季节,树木刚刚萌芽,还不能有效减轻风速,加之在冷空气到来的同时有温带气旋在内蒙古到东北地区一带强烈发展,导致风力显著增大。据中国科学院地学部对北京地区沙尘进行的专题研究表明,产生沙尘的地表物质以粉尘为主,其颗粒直径多在 0.063 到 0.005 毫米之间,主要来自农田。旱作农田中能够被吹起形成浮尘的颗粒有 52%,而沙漠中仅有 2.56%,说明沙漠并不是沙尘天气的主要尘源,而土壤表土细碎的裸露农田才是形成沙尘暴的重要尘源。另据国家环境分析测试中心监测结果表明:在形成北京地区沙尘天气中,本地贡献率为 20%~33%。北京郊区现有季节性裸露农田 200 多万亩,冬春季节北京干旱少雨,地表疏松缺乏植被覆盖,在西北季风作用下,极易造成本地沙尘天气。据中国科学院地学部对北京地区沙尘暴进行的专题研究表明,土壤表土细碎的裸露农田和退化的草原是形成沙尘暴的重要尘源。季节性裸露农田即习惯上所称的冬春白地。主要是近年来冬小麦面积大幅调减(由 1998 年的 280 万亩调减到 2002 年的 72 万亩)所致,据统计目前京郊季节性裸露农田面积在 200 万亩左右。据统计 2002~2003 年度京郊冬春季节有 220 万亩农田处于裸露状态,成为本地沙尘天气的重要尘源,为北京地区“沙尘暴”天气的形成起到了推波助澜的作用。本着既能够获得比较高的经济效益,又能够兼顾起保护环境重任的原则,加速发展抗旱、抗寒、覆盖性好、观赏性强及比较效益高的越年生、多年生冬春季节覆盖型作物,如发展多年生的饲草、药材、蔬菜等,有利于提高耕地复种指数,增加耕地单位产出,促进农民增收。通过增加生物覆盖、保护性耕作和秸秆覆盖抑制农田扬尘,减少沙尘暴危害,加快北京郊区季节性裸露农田综合治理,有利于促进首都生态农业的发展。

为促进北京市种养业发展、发展节水农业和加强北京市冬季生物覆盖开展麦类饲草和青贮玉米品种筛选、种植密度的关键技术研究 and 种植模式试验研究。

为顺利完成课题目标,制订以下技术路线:

技术路线示意图



第二章 材料与方法

1、麦类饲草试验材料

选择三种麦类作物为材料,均由中国农科院作物所提供(表 2.1)。其中包括中国农科院作物所育成的小黑麦 WOH830, WOH828, NTH139, NSHW11, 以中饲 237 为对照;黑麦包括美国育成 OKLON, BATES, 冬牧 70 以及中国农科院作物所引进的 4R507。实验以河北省固安县育成的大麦品种为对照。

表 2.1 试验材料及品种来源

	品种名称	育种单位	提供单位
	WOH830	中国农科院作物所	中国农科院作物所
	WOH828	中国农科院作物所	中国农科院作物所
小黑麦	NTH139	中国农科院作物所	中国农科院作物所
	NSHW11	中国农科院作物所	中国农科院作物所
	中饲 237 (CK2)	中国农科院作物所	中国农科院作物所
	OKLON	美国	中国农科院作物所
黑麦	BATES	美国	中国农科院作物所
	4R507	中国农科院作物所	中国农科院作物所
	冬牧 70	美国	中国农科院作物所
大麦	大麦 (CK1)	河北固安县	中国农科院作物所

试验点设在顺义区马坡镇、昌平区马池口镇、延庆县旧县镇、双桥青饲站和中国农科院作物所实验场,共 5 个地点。

试验采用随机区组方法设计,试验小区长 5.5m,宽 2 米,面积为 11 平方米,试验设重复三次。选择平坦,肥力均匀一致的地块做试验地,各处理田间管理保持一致,播种量为 200kg ha^{-1} 左右,保证基本苗达到 $450\sim 550\text{万 ha}^{-1}$ 。10 月 5 日之前完成播种。

记录各处理播种期,出苗期,基本苗,抽穗期,成熟期,穗数,病害,倒伏,株高,鲜草产量(扬花后 7 天),干草产量。

2、麦类饲草密度试验材料与方法

供试品种为“中饲 1890”。密度处理: $10\text{万}/667\text{m}^2$ 、 $15\text{万}/667\text{m}^2$ 、 $20\text{万}/667\text{m}^2$ 、 $25\text{万}/667\text{m}^2$ 、 $30\text{万}/667\text{m}^2$ 、 $35\text{万}/667\text{m}^2$ 六个处理,小区试验,三次重复,随机排列,小区面积 6 平方米。

播期为 9 月 25 日,采取人工开沟播种;施用有机肥 $3000\text{公斤}/667\text{m}^2$ 、小黑麦专用肥 $50\text{公斤}/667\text{m}^2$ (撒施)。11 月 20 日左右浇冻水;进行搂麦; 4 月 10 日左右浇返青水;收获期:扬花后 7 天。

试验地点为延庆县旧县镇大柏老村。土壤质地为壤土,土壤肥力水平为中等。

3、青贮玉米材料与方法

分别采用中国科学院遗传所提供的四个品种，中国农科院原子能所、北京金粒种子公司、中国农科院作物所、山东省玉米研究所、沈阳农科院、广西农科院和吉林农科院各提供一个品种，中国农业大学提供的三个品种，怀柔区种子公司和山西北方种业公司各提供的两个品种，共计 18 个品种进行比较试验（表 2.2）。

表 2.2 品种名称及来源

品种名称	来源
科青 1 号	中国科学院遗传所
科青 2 号	中国科学院遗传所
科多 4 号	中国科学院遗传所
科多 8 号	中国科学院遗传所
宝石红	沈阳农科院
墨白	广西农科院
白鹤	吉林农科院
高油 115	中国农大
农大 108	中国农大
农大 86	中国农大
中原单 32	中国农科院原子能所
中金 601	北京金粒种子公司
中单 9409	中国农科院作物所
鲁单 052	山东省玉米研究所
怀研 4	怀柔区种子公司
怀研 6	怀柔区种子公司
410	山西北方种业公司
412	山西北方公种业公司

3.1 春播试验方法

春季品种筛选试验小区面积 $10 \times 2.7 \text{m}^2$ ，行距 0.67m，株距 0.2m，每小区 4 行，四周设保护行，密度 4500 株/667m²，试验采用随机区组设计，设三次重复。5 月 1 日前播种，收获时间为腊熟初期，进行全株收获。试验在怀柔区怀柔镇进行。

3.2 夏播试验方法

夏季品种筛选试验小区面积 $10 \times 2.6 \text{ m}^2$ ，行距 0.65 m，株距 0.2 m，每区 4 行，试验采用随机区组设计，设三次重复。夏播在小黑麦收获后（6 月 20 前）播种，收获时间为腊熟初期，进行全株收获，同时测定营养品质。试验在昌平区马池口镇进行。

4、青贮玉米密度试验材料与amp;方法

供试品种为科青 1 号。试验设七个密度处理，各处理亩留苗密度分别为：2300、2800、3300、3800、4300、4800、5300 株。试验小区长 10m，宽 3.33m，面积 0.05 亩（ 667 m^2 ），每小区种植 5 行，行距 0.67m。试验小区随机排列，重复三次。

试验设在房山农科所科技园、昌平马池口辛店和顺义马波石家营，三个点分别代表高、中、低三种肥力水平。房山点土质为壤土，土壤有机质 1.215%、全氮 0.062%、碱解氮 37.2mg/kg、速效磷 17.2 mg/kg、速效钾 80.9 mg/kg，属高肥力水平。昌平点土质为沙壤土，土壤有机质 0.85%、全氮 0.059%、碱解氮 35.2mg/kg、速效磷 13.3 mg/kg、速效钾 110.0 mg/kg，属中等肥力水平。顺义点土质为壤土，土壤有机质 0.660%、全氮 0.053%、碱解氮 32.0mg/kg、速效磷 10.0 mg/kg、速效钾 113.9 mg/kg，属低肥力水平。房山、昌平和顺义三个试验点分别于在麦收后播种，播种时土壤墒情良好，播后用阿特拉津和拉索各 $100 \text{ g}/667 \text{ m}^2$ 进行土壤封闭。房山点播前底施复合肥 50kg。在 25 天定苗，拔节期每 667 m^2 分别追施尿素 10kg、15kg 和 20kg，结合追肥浇水一次。三个点分别于腊熟期收割青贮。

5、麦类饲草-青贮玉米种植模式研究材料和amp;方法

麦类饲草品种为中饲 1890，10 月 5 日播种，每亩用种 14 公斤，底肥亩施二铵 10 公斤，尿素 10 公斤。拔节期施尿素 15 公斤，浇冻水和拔节水两水。化学除草一此，开花后 7 天收获。青贮玉米播期为 6 月 10 日，品种为科青 1，亩密度为 4000 株。底肥为 50 斤复混肥，腊熟期收获。

试验在通州宋庄镇进行，土质为壤土，土壤肥力为有机质 2.01%，全氮 0.1271%，碱解氮 97.05ppm，速效磷 53.76ppm，速效钾 100ppm。

第三章 结果与分析

1、麦类饲草品种筛选

1.1 产量分析

对昌平、顺义、双桥和农科院作物所的四个试验点的鲜草和干草产量进行了统计,各处理鲜草产量在 889.0-3289.6 kg/667m² 之间(表 3.1),各试验点情况不一致,在昌平,大麦产量最高,达到 3248.0 kg/667m², NTH139 产量最低,为 2234.0 kg 667m²;在顺义产量最高的为 BATES,达到 2387.3 kg 667m²,大麦则产量最低,为 1506.4 kg 667m²;双桥点最高产为 4R507, 3289.6 kg 667m²,最低产为 BATES, 1923.1 kg 667m²;作物所最高产最低产分别为 WOH828, 2789.3 kg 667m², BATES, 1938.3 kg 667m²。干草产量在 386.3-873 kg 667m²之间,在昌平,4R507 产量最高,达到 798.2 kg/667m²,NTH139 产量最低,为 625.0 kg 667m²;在顺义产量最高的为 4R507,达到 693.9 kg 667m²,大麦则产量最低,为 386.3 kg 667m²;双桥点最高产为 WOH828, 658.4 kg 667m²,最低产为大麦, 456.4 kg 667m²;作物所最高产最低产分别为 OKLON, 873.0 kg 667m², NTH139, 595.6 kg 667m²。总体上黑麦产量要高于小黑麦。

表 3.1 各试验点鲜草和干草产量 (kg 667m²)

品 种	昌 平		顺 义		双 桥		作物所	
	鲜草	干草	鲜草	干草	鲜草	干草	鲜草	干草
冬牧 70	2921.0	767.8	2345.9	510.0	2166.4	530.8	2259.7	813.0
OKLON	2681.0	738.8	2349.1	573.0	2373.0	557.8	2530.5	873.0
BATES	2888.0	769.9	2387.3	542.6	1923.1	475.1	1938.3	697.8
4R507	3048.0	798.2	2359.1	693.9	3289.6	625.1	2647.8	820.8
中饲 237	2467.0	638.8	1579.0	415.5	2976.0	610.0	2590.2	803.0
WOH830	2688.0	738.6	1601.1	457.5	2860.0	614.9	2464.9	764.1
WOH828	2861.0	730.8	1748.8	416.4	3243.0	658.4	2789.3	864.7
NTH139	2234.0	625.0	1554.4	485.8	2366.5	473.5	1942.0	595.6
NSHW11	2647.0	727.7	1684.5	510.0	2499.0	532.5	2596.2	804.5
大麦	3248.0	735.7	1506.4	386.3	2623.0	456.4	1949.4	604.3

各试验点处理间产量不一致,同时干草产量和鲜草产量的比例也不相同,其原因可能是不同试验点地块地力,作物抗病(表 3.2)、抗倒伏等形状的不一致,对不同品种产量影响不同,同时,各品种间含水量不同(表 3.3),直接影响到干草产量。

黑麦鲜草产量:根据昌平、顺义、双桥和作物所 4 个点的鲜草产量变量分析可以看出,黑麦品种间 F 值达到极显著,说明品种间鲜草产量有明显的差异,而重复间 F=0.49,未达到显著水平,

黑麦品种试验鲜草产量方差分析

变量来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	5	584560.9	116912.2	9.004**	3.33	5.64
重复间	2	12948.4	6474.2	0.4986	4.10	7.56
误差	10	129840.4	12984.0			
总变量	17	727349.7				

黑麦品种试验鲜草产量比较 (kg/667m²)

品种	产量	产量增减%	
		CK1	CK2
4R507	2834.89	21.8	14.6
Oklon	2485.06	6.8	3.4
冬牧 70	2415.15	3.8	0.3
中饲 237 (CK2)	2407.26	3.4	--
固安大麦 (CK1)	2327.7	--	-1.4
BATES	2284.04	-1.2	-7.3

说明试验结果是准确可信的。新复极差比较结果显示，4R507、Oklon、冬牧 70 和中饲 237 的鲜草产量均超过对照大麦，但只有 4R507 的产量达到极显著水准。

变量来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	5	564187.2	12837.4	14.59**	3.33	5.64
重复间	2	2777.4	388.69	0.44	4.10	7.56
误差	10	108793.1	879.3			
总变量	17					

黑麦品种试验干草产量比较 (kg 667m²)

品种	产量	产量增减%	
		CK1	CK2
4R507	734.2	35.1	19.0
Oklon	685.7	26.2	11.0
冬牧 70	655.3	20.5	6.2
BATES	619.9	14.1	0.9
中饲 237 (CK2)	616.9	13.5	--
固安大麦 (CK1)	543.5	--	-12

②黑麦干草产量：通过干草产量分析可以看出，黑麦品种间 F 值为 14.59，达到极显著水准，而重复间 F=0.44，说明品种间的干草产量也有明显的差异，其中 4R507、Oklon、冬牧 70 和中饲 237 的干草产量均超过对照大麦，而且达到显著水平，其中 4R507 比大麦增产 35.1%，Oklon 增产

26.2%，冬牧 70 增产 20.5%，Bates 增产 14%，中饲 237 增产 13.5%。

小黑麦品种鲜草产量变量分析

变量来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	5	608638	121727.6	7.04**	3.33	5.64
重复间	2	282323.3	41161.6	2.3	4.10	7.56
误差	10	17892.8	17289.3			
总变量	17	863854.1				

小黑麦品种鲜草产量比较

(kg/667m²)

品种	产量	产量增减%	
		CK1	CK2
WOH828	2645.4	13.6	10.0
WOH830	2403.7	3.3	0.01
中饲 237 (CK2)	2403.3	3.2	--
NSW11	2365.0	1.6	-2.0
固安大麦 (CK1)	2327.7	--	-4.0
NTH139	2018.6	-14	-17.0

③小黑麦品种的鲜草产量：从小黑麦鲜草产量变量分析结果可以看出，小黑麦品种间鲜草产量的 F 值为 7.04，达到极显著水平，重复间 F 值为 2.3，说明品种间鲜草产量有显著差异，其中 WOH828、WOH830、中饲 237、NSW11 都超过对照大麦。试验中 WOH828 的鲜草产量达到 2645.4 公斤/667m² 为最高，比对照大麦增产 13.6%，比中饲 237 增产 10%，新复极差比较结果显示，WOH828 与两个对照间的鲜草产量均达到显著水准。

小黑麦品种干草产量变量分析

变量来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
品种间	5	544410.2	108882	7.595**	3.33	5.64
重复间	2	23650.96	11825	1.56	4.10	7.56
误差	10	111693.4	11169.3			
总变量	17	863854.1				

小黑麦品种干草产量比较

(kg/667m²)

品种	产量	产量增减%	
		CK1	CK2
WOH828	667.7	19.0	8.2
NSW11	645.5	18.7	4.6
WOH830	644	18.5	4.3
中饲 237 (CK2)	616.9	13.5	--
固安大麦 (CK1)	543.5	--	-12
NTH139	542.2	-1	-13

④小黑麦品种的干草产量：由小黑麦干草产量变量分析结果可以看出，小黑麦品种间干草产量的 F 值为 7.59，达到极显著水平，重复间 F 值为 1.56，说明品种间产量有显著差异，其中 WOH828、NSW11、WOH830 和中饲 237 的产量都超过对照大麦。试验中 WOH828 的干草产量最高，达到

667.7 公斤/667m²，比大麦增产 19%，NSW11 和 WOH830 分别比大麦增产 18%，中饲 237 增产 13.5%，新复极差比较结果显示，WOH828、NSW11、WOH830 和中饲 237 的干草产量均显著高于大麦，WOH828 比中饲 237 增产 8.2%，也达到显著水准。

1.2 青刈麦类饲草含水量

各品种在不同试验点种植收获时含水量不同（表 3.3），昌平最大值和最小值分别为大麦 77.3%，NTH13972.0%；顺义分别为冬牧 70 为 78.3%NTH139 为 68.7%；双桥大麦为 82.6% BATES 为 75.3%；作物所 NTH139 为 69.3%，BATES 为 64.0%。

表 3.3 各试验点青刈麦含水量 (%) 平均数

品 种	昌平	顺义	双桥	作物所
中饲 237	74.1	73.7	79.5	69.0
冬牧 70	73.7	78.3	75.5	64.0
大麦	77.3	74.4	82.6	69.0
WOH830	72.5	71.4	78.5	69.0
WOH828	74.5	76.2	79.7	69.0
OKLON	72.4	75.6	76.5	65.5
NTH139	72.0	68.7	80.0	69.3
NSHW11	72.5	69.7	78.7	69.0
BATES	73.3	77.3	75.3	64.0
4R507	73.8	70.6	81.0	69.0

1.3 抗病性分析

通过双桥试验点和作物所试验点对感病情况的分析，发现大麦感叶枯病，而其他品种均不感病（见表 3.3）。

表 3.3 各试验点青刈麦死茎及感叶枯病情况

品 种	感病情况	
	双桥	作物所
4R507	-	-
BATES	-	-
NSHW11	-	-
NTH139	-	-
OKLON	-	-
WOH828	-	-
WOH830	-	-
大麦	+	+
冬牧 70	-	-
中饲 237	-	-

+: 感病; -不感病

1.4 抗倒性分析

对昌平试验点植株倒伏情况进行测定发现除了 WOH828 和中饲 237 没有倒伏外, 其余品种有倒伏现象 (表 3.4), 其中 4R507, BATES, NTH139, OKLON, 大麦和冬牧 70 倒伏严重。但是倒伏时靠近青刈时间, 不影响草的产量。

表 3.4 昌平试验点植株倒伏情况

品 种	倒 伏
4R507	++
BATES	++
NSHW11	+
NTH139	++
OKLON	++
WOH828	-
WOH830	+
大麦	++
冬牧 70	++
中饲 237	-

-没有倒伏; +中度倒伏; ++重度倒伏

1.5 抗寒性分析

通过延庆点的调查结果发现, 只有 OKLON, 冬牧 70, BATES 和 4R5074 个黑麦品种抗寒性好, 安全越冬, 而小黑麦和大麦几乎全部死亡, 说明小黑麦品种的抗寒性较黑麦差。

对昌平和顺义两个试验点植株死茎率进行分析, 除了冬牧 70 和 OKLON 外, 其余品种均有死茎 (表 3.5), 其中大麦死茎最高, 在昌平试验点达到 9%, 在顺义试验点达到 63.3%。OKLON, 冬牧 70, BATES 和 4R5074 四个黑麦品种死茎率较低。说明小黑麦品种的抗寒性较黑麦差, 和延庆点的结果一致。小黑麦中 NSHW11 死茎率最低, 具有较好的抗寒性。

表 3.5 各试验点青刈麦抗寒性状调查 (万/667m²) 平均数

品 种	昌平点				顺义点			
	基本苗	冬前茎	返青茎	死茎率%	基本苗	冬前茎	返青茎	死茎率%
4R507	31.3	99.6	96.0	3.7	27.7	122.7	104.2	15.1
BATES	28.6	110.6	104.0	6.0	32.2	140.4	128.7	8.3
NSHW11	33.6	92.0	90.6	1.6	31.7	103.2	92.7	10.2
NTH139	27.6	80.6	78.0	3.3	31.7	90.4	60.1	33.5
OKLON	25.6	102.6	102.6	0.0	26.9	130.2	137.0	0.0
WOH828	30.6	95.6	91.0	4.9	33.2	99.3	63.1	36.5
WOH830	32.3	88.3	85.6	4.1	32.9	90.8	68.5	24.6
大麦	29.0	78.6	71.6	9.0	27.0	131.5	48.2	63.3
冬牧 70	31.6	113.3	116	0.0	27.1	148.6	139.4	6.2
中饲 237	35.6	95.3	92.6	2.9	31.2	88.8	62.1	30.1

1.6 覆盖度分析

到 12 月后, 作物停止生长后, 调查对土地的覆盖度, 4R507 最高达到 68%, 大麦和 NTH139 较差, 分别为 45%和 55%, 其余品种为 65% (表 3.6)。说明黑麦和小黑麦叶面积指数要大于大麦, 光合利用率较高, 能利于产生更多光合产物, 并保障安全越冬, 防止冬季风蚀。

表 3.6 顺义点植株覆盖率调查平均数

品 种	覆盖率%
4R507	68
BATES	65
NSHW11	65
NTH139	55
OKLON	65
WOH830	65
大麦	45
冬牧 70	65
中饲 237	60
WOH828	65

1.7 生育进程分析

在北京地区各品种于 10 月 3 日播种, 11 日出苗, 在 25 日开始分蘖, 在第二年的 2 月 20-22 日开始返青, 在 4 月上旬进入拔节期, 黑麦品种拔节早, OKLON、冬牧 70、BATES 在 4 月 2 日, 4R507 在 4 月 6 日, 其余品种在 4 月 10-11 日 (表 3.7)。扬花期黑麦品种也较早, OKLON、冬牧 70、BATES 在 5 月 9-10 日, 4R507 在 5 月 13 日, 其余品种在 5 月 15 日。黑麦、大麦的分蘖较小黑麦高 2-3 个达到 5-6 个, OKLON 平均分蘖达到 6.47 个。

表 3.7 昌平试验品种的生育期 (日/月)

品 种	播种期	出苗期	分蘖期	返青期	拔节期	挑旗期	抽穗期	扬花期	收割期
OKLON	3/10	11/10	25/10	20/2	2/4	19/4	24/4	9/5	16/5
冬牧 70	3/10	11/10	25/10	20/2	2/4	19/4	27/4	10/5	16/5
BATES	3/10	11/10	25/10	20/2	2/4	19/4	24/4	9/5	16/5
4R507	3/10	11/10	25/10	22/2	6/4	23/4	7/5	13/5	20/5
中饲 237	3/10	11/10	25/10	22/2	11/4	8/5	8/5	15/5	22/5
WOH828	3/10	11/10	25/10	22/2	11/4	8/5	8/5	15/5	22/5
NTH139	3/10	11/10	25/10	22/2	10/2	7/5	9/5	15/5	22/5
WOH830	3/10	11/10	25/10	22/2	10/4	3/5	7/5	13/5	20/5
大麦	3/10	11/10	25/10	24/2	11/4	1/5	5/5	9/5	16/5

基本结论

通过本次试验，可以得出以下结论：

1. 总体上黑麦产量要高于小黑麦，4R507 产量相对较高；小黑麦中 WOH828 产量较高。
2. 黑麦和小黑麦均抗叶枯病；
3. WOH828 和中饲 237 较抗倒伏；
4. 黑麦 OKLON，冬牧 70，BATES 和 4R5074 抗寒性较好，小黑麦中 NSHW11 较抗寒；
5. 黑麦 4R507 覆盖度最高达到 68%，黑麦和小黑麦均优于大麦；
6. 黑麦生育期较小黑麦短，小黑麦之间没有明显差异；

综上所述，在北京地区，黑麦品种 4R507 和小黑麦品种 WOH828 综合性状表现较好，可以在京郊示范推广种植。

2 麦类饲草密度试验

2.1 小黑麦生育期

测定不同密度对小黑麦生育期的影响发现，所有密度下生育期一致（表 3.8），说明密度不会影响生育期进程。

通过表 3.8 的调查得出，小黑麦“中饲 1890”的生育期在 220 天左右。5 月 29 进行收获，此时小黑麦的品质和产量都达到最佳，并且为下茬青贮玉米留出足够的生长期。

2.2 小黑麦群体结构演替

通过表 5 的调查得出，密度为 35 万的小区收获期总茎数为 35.3 万/667m²，有效穗数为 16.1 万/667m²。是全田总茎数和有效穗数最高的小区，表现较好。

表 3.8 不同密度对小黑麦“中饲 1890”生育期的影响（月/日）

密度	出苗期	越冬期	返青期	分蘖期	拔节期	挑旗期	抽穗期	扬花期	收获期
10	10/3	11/25	3/18	4/9	4/22	5/8	5/13	5/22	5/29
15	10/3	11/25	3/18	4/9	4/22	5/8	5/13	5/22	5/29
20	10/3	11/25	3/18	4/9	4/22	5/8	5/13	5/22	5/29
25	10/3	11/25	3/18	4/9	4/22	5/8	5/13	5/22	5/29
30	10/3	11/25	3/18	4/9	4/22	5/8	5/13	5/22	5/29
35	10/3	11/25	3/18	4/9	4/22	5/8	5/13	5/22	5/29

表 3.9 小黑麦“中饲 1890”群体结构调查表

密度	播种量 (g/6 m ²)	基本苗	总茎数 (万/667m ²)			
			冬前	返青期	拔节期	收获期
10	30	10.3	26.3	13.3	23.1	22.1
15	45	14.7	42.7	15.7	26.4	26.0
20	60	21.0	54.7	22.0	32.2	30.1
25	75	24.7	64.0	7.5	9.5	8.6
30	90	30.7	71	16.3	20.1	19.0
35	105	35.7	72.7	29.0	38.8	35.3

2.3 越冬率变化特征

通过表 3.10 的调查得出，全田死株率和死茎率最高是密度 25 万/667m² 的小区，死株率为 85.8%、死茎率为 88.3%。越冬期死苗率较高，冬季气温低是主要因素，播种质量差、浇冻水不均匀等也会导致越冬期死苗率升高。

表 3.10 越冬死苗率调查表 (万/667m²)

密度	基本苗	死株数	死株率%	冬前总茎数	死茎数	死茎率%
10	10.3	4.0	38.8	26.3	13.0	49.4
15	14.7	7.7	52.4	42.7	27.0	63.2
20	21.0	9.7	46.2	54.7	32.7	59.8
25	24.7	21.2	85.8	64.0	56.5	88.3
30	30.7	21.7	70.7	71.0	54.7	77.0
35	35.7	22.0	61.6	72.7	43.7	60.1

2.4 密度对产量的影响

通过表 3.11 的调查得出，基本苗为 35 万/667m² 的小区产量极显著高于其他播量，产量达到 14489.6 kg ha⁻¹，因此最佳播种密度为 35 万/667m²。

表 3.11 小黑麦“中饲 1890”产量记载表 (kg ha⁻¹)

密度 (万/667m ²)	小区重复			平均	P<5%	P<1%
	1	2	3			
10	7133.7	5600.3	5000.3	5911.4	a	A
15	9900.5	8133.7	7067.0	8367.1	b	B
20	11133.9	8500.4	8433.8	9356.0	c	C
25	12067.3	10033.8	11300.6	11133.9	d	D
30	13800.7	11933.9	12334.0	12689.5	e	E
35	15600.8	14200.7	13667.4	14489.6	f	F

基本结论

密度为 35 万的小区收获期总茎数最高，产量极显著高于其他播量，达到 14489.6 kg ha⁻¹，为最佳播种密度。

3 青贮玉米品种筛选

3.1 植株生长性状分析

3.1.1 春播植株生长性状分析

通过怀柔区怀柔镇点对植株生长性状的调查可以看出，品种之间物候期差异是非常大的，鲁单 052，中单 9409，中金 601，中原单 32，抽雄及吐丝最早，科多 4，科多 8，白鹤最晚，彼此相差一个月，经过 100 天后，早熟的品种已经过了乳熟期。从株高上看，科青 2 号最高，达到 314 厘米，410 达到 307 厘米，科多 8 达到 307 厘米，在 8 月初，有一场大风，检验了这些品种的抗倒性，农大 86，怀研 6，410，412，农大 108，怀研 4，鲁单 052，倒伏较少，科青 1 号倒伏为 47% 其他品种倒伏都在 47% 以上（表 3.12）。

表 3.12 春播青贮玉米品种性状调查表

品种	物候期（月/日）					株高 (cm)	穗位 (cm)	空秆率%	倒伏%
	播种期	出苗期	抽雄期	吐丝期	收获期				
白鹤	4/28	5/10	7/29	8/12	8/8	240	130	53.3	88
科青 1	4/28	5/10	7/18	7/29	8/8	268	139	6.6	47
科青 2	4/28	5/10	7/24	7/31	8/8	314	168	8.0	65
科多 4	4/28	5/10	8/2	8/16	8/8	295	173	50.0	75
科多 8	4/28	5/10	7/30	8/15	8/8	307	168	50.0	58
宝石红	4/28	5/10	7/8	7/15	8/8	249	130	8.0	93
墨白	4/28	5/10	7/31	8/7	8/8	253	151	50.0	82
高油 115	4/28	5/10	7/15	7/18	8/8	288	145	3.3	50
中原单 32	4/28	5/10	7/10	7/15	8/8	251	124	2.3	57
中金 601	4/28	5/10	7/10	7/15	8/8	241	103	6.6	83
中单 9409	4/28	5/10	7/10	7/15	8/8	246	105	5.3	40
鲁单 052	4/28	5/10	7/10	7/15	8/8	240	98	2.3	3
农大 108	4/28	5/10	7/15	7/15	8/8	246	116	1.3	3
怀研 4	4/28	5/10	7/15	7/19	8/8	271	125	3.0	33
怀研 6	4/28	5/10	7/17	7/21	8/8	261	122	5.7	0
410	4/28	5/10	7/19	7/29	8/8	307	160	10.0	3
412	4/28	5/10	7/18	7/25	8/8	271	129	6.0	6
农大 86	4/28	5/10	7/17	7/17	8/8	243	110	2.7	0

3.1.2 夏播品种植株生长性状分析

对昌平区马池口镇的试验点进行了调查（表 3.13），吐丝最早的是宝石红，中原单 32，是 8 月 6-7 日，科多 4 号，科青 2 号，科多 8 号，白鹤，墨白在 8 月 20 日后，其余品种在 8 月中旬，

株高超过 300 厘米的有白鹤, 墨白, 410, 412, 高油 115。保绿性是青贮玉米的重要指标, 超过 80%的有 12 个, 低于 80%, 基本不符合青贮的要求。

表 3.13 昌平区马池口镇夏播青贮玉米品种性状调查表

品种	物候期(月/日)					株高 (cm)	穗位 (cm)	保绿性
	播种期	出苗期	抽雄期	吐丝期	收获期			
白鹤	29/5	2/6	19/8	22/8	10/9	350	183	84.4
科青 1	29/5	2/6	15/8	18/8	10/9	260	140	85.5
科青 2	29/5	2/6	16/8	20/8	10/9	265	123	80.2
科多 4	29/5	2/6	24/8	29/8	10/9	263	140	77.6
科多 8	29/5	2/6	24/8	31/8	10/9	285	155	70.2
宝石红	29/5	2/6	2/8	7/8	10/9	275	130	32.5
墨白	29/5	2/6	15/8	22/8	10/9	360	180	84.5
高油 115	29/5	2/6	6/8	12/8	10/9	305	150	88.7
中原单 32	29/5	2/6	2/8	6/8	10/9	275	110	72.3
中金 601	29/5	2/6	4/8	12/8	10/9	250	100	84.7
中单 9409	29/5	2/6	3/8	12/8	10/9	250	98	75.2
鲁单 052	29/5	2/6	4/8	10/8	10/9	250	100	64.7
农大 108	29/5	2/6	7/8	12/8	10/9	265	115	84.5
怀研 4	29/5	2/6	6/8	12/8	10/9	250	100	85.8
怀研 6	29/5	2/6	12/8	14/6	10/9	255	115	84.4
410	29/5	2/6	12/8	15/8	10/9	325	130	88.0
412	29/5	2/6	6/8	15/8	10/9	310	110	83.0
农大 86	29/5	2/6	12/8	15/8	10/9	250	98	88.3

3.2 产量结果分析

3.2.1 春播产量结果分析

根据怀柔区怀柔镇试验结果(表 3.14), 平均亩产超过 4500 公斤的品种有 11 个品种, 它们是 410, 科多 4, 怀研 4, 科青 2, 科多 8, 高油 115, 科青 1, 农大 86, 农大 108, 412, 怀研 6, 显著高于其他七个品种。

表 3.14 春播青贮玉米产量

品 种	产量 (kg ha ⁻¹)	P<0.05	P<0.01
410	6392	a	A
科多 4	5919	ab	AB
怀研 4	5836	ab	AB
科青 2	5446	abc	ABC
科多 8	5280	bcd	ABC
高油 115	5002	bcde	ABCD
科青 1	4946	bcde	ABCDE
农大 86	4946	bcde	ABCDE
农大 108	4724	cde	BCDE
412	4724	cde	BCDE
怀研 6	4724	cde	BCDE
中原单 32	4502	cdef	BCDEF
鲁单 052	4446	cdef	BCDEF
白鹤	4279	def	CDEF
中单 9409	4057	efg	CDEF
宝石红	3557	fg	DEF
墨白	3501	fg	EF
中金 601	3112	g	F

3.2.2 夏播产量结果分析

根据昌平小区试验结果 (表 3.15), 夏播中亩产超过 3500 公斤的品种有白鹤、410、墨白、科青 1、科多 8、科青 2, 并与其它品种有极显著差别。

表 3.15 夏播青贮玉米产量

品 种	产量 (kg ha ⁻¹)	P<0.05	P<0.01
白鹤	4425.33	a	A
410	3976.33	ab	AB
墨白	3741.00	bc	ABC
科青 1	3720.00	bc	ABC
科多 8	3591.33	bcd	ABCD
科青 2	3548.66	bcd	ABCD
科多 4	3463.00	bcd	BCDE
农大 108	3185.33	cde	BCDEF
高油 115	3142.66	cde	BCDEF
412	3023.33	def	CDEFG
怀研 6	2971.66	def	CDEFG
中原单 32	2725.66	efg	DEFGH
中单 9409	2608.00	efgh	EFGH
怀研 4	2437.00	fgh	FGH
农大 86	2202.00	gh	GH
鲁单 052	2180.33	gh	GH
中金 601	2020.00	h	H
宝石红	1975.33	h	H

3.3 植株穗重比分析

鲜穗占全株的比重可以衡量青贮玉米的品质，鲜穗占全株的比重越高，品质越好。对春播和夏播的品种的穗重比进行了测定（表 3.16, 3.17），中原单 32、怀研 4、怀研 6、墨白、农大 86、农大 108、中单 9409、科青 1 等品种穗重比例相对较高达到了 0.35 以上。

表 3.16 春播玉米穗重、单株重及比率

品种	穗重 (kg)	总重 (kg)	比率	位次
中原单 32	0.39	0.57	0.69	1
怀研 4	0.42	0.96	0.42	2
怀研 6	0.43	0.98	0.44	2
墨白	0.55	1.28	0.43	3
农大 86	0.27	0.63	0.42	4
农大 108	0.3	0.72	0.42	4
中单 9409	0.39	0.94	0.42	4
科青 1	0.36	1.01	0.36	5
科多 8	0.28	0.81	0.35	6
宝石红	0.27	0.83	0.33	7
鲁单 052	0.27	0.83	0.32	8
412	0.3	0.93	0.32	9
科青 2	0.39	1.26	0.31	10
高油 115	0.2	0.67	0.3	11
410	0.29	1.02	0.28	12
中金 601	0.2	0.91	0.22	13
白鹤	0.02	1.07	0.02	14
科多 4	0	0.97	0	15

表 3.17 夏播玉米穗重、单株重及比率

品种	穗重 (kg)	总重 (kg)	比率	位次
中原单 32	0.39	0.57	0.69	1
怀研 4	0.42	0.96	0.44	2
怀研 6	0.43	0.98	0.44	2
墨白	0.55	1.28	0.43	3
农大 86	0.27	0.63	0.42	4
农大 108	0.3	0.72	0.42	4
中单 9409	0.39	0.94	0.42	4
科青 1	0.36	1.01	0.36	5
科多 8	0.28	0.81	0.35	6
宝石红	0.27	0.83	0.33	7
鲁单 052	0.27	0.83	0.32	8
412	0.3	0.93	0.32	9
科青 2	0.39	1.26	0.31	10
高油 115	0.2	0.67	0.3	11
410	0.29	1.02	0.28	12
中金 601	0.2	0.91	0.22	13
白鹤	0.02	1.07	0.02	14
科多 4	0	0.97	0	15

3.4 抗倒、抗病分析

在生产中倒伏，倒折严重的品种不适应机械生产的要求，对夏播的 18 个品种的倒伏，倒折进行了调查，同时对抗病性也进行了调查（表 3.18），中金 601，宝石红，墨白，鲁单 052，中原单 32，科多 4 倒折严重。宝石红、中原单 32、鲁单 052 较感病。该 9 个品种不适宜做青贮玉米品种。

表 3.18 昌平点夏播青贮玉米品种抗倒、抗病结果调查表

品种名称	倒伏		倒折		大斑	小斑	青枯
	日期	%	日期	%			
白鹤	5/9	3	5/9	5	中	无	无
科青 1	5/9	0	5/9	0	无	无	无
科青 2	5/9	0	5/9	0	无	无	无
科多 4	5/9	5	5/9	12	轻	轻	无
科多 8	5/9	0	5/9	5	中	轻	无
宝石红	5/9	35	5/9	12	重	重	无
墨白	5/9	5	5/9	12	轻	无	重
高油 115	5/9	0	5/9	0	无	无	无
中原单 32	5/9	4	5/9	15	中	重	重
中金 601	5/9	13	5/9	32	中	中	中
中单 9409	5/9	3	5/9	5	中	中	重
鲁单 052	5/9	10	5/9	15	重	重	重
农大 108	5/9	0	5/9	0	轻	无	轻
怀研 4	5/9	0	5/9	0	无	无	无
怀研 6	5/9	0	5/9	0	无	无	无
410	5/9	0	5/9	2	无	无	无
412	5/9	0	5/9	0	无	无	无
农大 86	5/9	0	5/9	0	无	无	无

3.5 品质测定

现在青贮玉米品质没有质量标准，一些资料中作出了青贮玉米品质优良的品种应达下列条件：适时收获（乳熟期到蜡熟期），干物质含量在 30%和 40%之间，每亩干物质产量 1600 公斤；粗蛋白含量大于 7.0%、淀粉含量大于 28%、中性洗涤纤维（NDF）含量小于 45%、酸性洗涤纤维（ADF）含量小于 22%。对夏播的青贮玉米整株收获后进行了品质分析（表 4.9），按照 3 项指标总评价，所有品种值均未达到相关要求，但相比之下 410，科青 1 号，农大 108，科青 2，高油 115，怀研 4 品种品质稍好。

表 3.19 昌平点夏播青贮玉米品种品质分析测定结果表 (kg hm⁻²)

品种名称	产鲜重 (kg/667m ²)	含水量 (%)	产干重 (kg/667m ²)	NDF (%)	ADF (%)	CP (%)
410	3976.3	76.06	952.07	54.46	28.58	9.08
科青 1	3719.0	76.22	884.35	56.74	29.59	9.30
农大 108	3185.0	72.78	866.87	53.83	26.66	9.13
科青 2	3548.7	75.85	856.87	54.39	28.38	9.43
白鹤	4425.0	80.77	851.11	64.30	34.52	9.15
高油 115	3142.5	73.32	838.41	56.16	28.96	9.51
中单 9409	2608.1	68.62	818.37	46.48	22.92	8.62
墨白	3741.1	78.37	809.06	58.14	30.94	9.56
中原单 32	2725.5	70.67	799.43	49.36	23.86	9.28
412	3099.8	75.11	771.43	52.10	26.73	9.69
科多 8	3591.5	79.08	751.48	64.59	35.64	9.10
科多 4	3463.2	79.31	716.52	62.14	33.17	9.72
怀研 4	2437.1	70.96	707.71	53.13	25.81	9.66
怀研 6	2969.4	77.32	673.39	53.94	28.31	10.44
中金 601	2020.2	67.42	658.10	50.48	24.79	8.82
鲁单 052	2137.8	72.85	580.39	46.42	23.28	8.39
农大 86	2201.9	75.07	548.92	49.63	23.56	10.73

基本结论

综合试验产量、倒伏情况、抗病性及营养测定, 得出以下结论:

1. 平均亩产超过 4500 公斤的 11 个品种是 410, 科多 4, 怀研 4, 科青 2, 科多 8, 高油 115, 科青 1, 农大 86, 农大 108, 412, 怀研 6;
2. 夏播中亩产超过 3500 公斤的品种有白鹤、410、墨白、科青 1、科多 8、科青 2;
3. 中原单 32、怀研 4、怀研 6、墨白、农大 86、农大 108、中单 9409、科青 1 等品种穗重比例相对较高达到了 0.35 以上;
4. 中金 601, 宝石红, 墨白, 鲁单 052, 中原单 32, 科多 4 倒折严重。宝石红、中原单 32、鲁单 052 较感病;
5. 410, 科青 1, 农大 108, 科青 2, 高油 115, 怀研 4 品种品质稍好。

综上所述, 北京地区种植春播青贮玉米最好选择: 怀研 4 号, 科青 1 号和农人 108。夏播青贮玉米最好选择: 科青 1 号和墨白。

4 青贮玉米品种种植密度研究

4.1 不同土壤肥力各密度处理鲜草与干草产量结果

不同肥力水平各处理青贮产量的方差分析结果是：房山点 $F=66.57^{**}$ ，昌平点 $F=16.96^{**}$ ，顺义点 $F=8.5^*$ ，各试验点处理间的青贮产量差异达到显著或极显著水平。进一步对青贮产量作多重比较分析（见表 3.20、3.21、3.22），结果表明：在高肥力条件下，采用 3800—4300 株/667m² 的密度，可取得最高的生产力；在中、低肥力条件下，采用 3300—3800 株/667m² 的密度，可获得较高的青贮产量。上述试验结果表明，青贮玉米专用品种科青 1 号在北京郊区适宜的种植密度范围为 3300—4300 株/667m²。其中高肥力土壤宜采用近上限的密度，低肥力土壤宜采用近下限的密度，生产实施中应根据不同地块的土壤肥力水平选择最适宜的种植密度。房山、昌平和顺义三个试验点不同处理的产量变化见图 1、图 2、图 3。由三个图可见，高肥力土壤的玉米青贮产量显著高于低肥力土壤，如房山点青贮玉米最高青贮产量达到 5406 kg/667m²，最高干草产量达到 2145 kg/667m²；而较低肥力的顺义点鲜、干草产量仅有 2658 kg/667m² 和 2145 kg/667m²。这一试验结果说明，产量水平与土壤肥力水平呈显著正相关关系，土壤肥力水平高，其饲草生产潜力也大。不同密度处理下青贮产量的变化规律是：青贮产量先是随着种植密度的增加而提高，当密度达到一定限度时产量达到高峰，其后随着密度的增加而产量下降。从三个图中还可以看出，高肥力土壤取得最高青贮产量所需要的密度相对较大（如房山点取得 5406.0 kg/667m² 最高产量时所需密度为 4300 株/667m²）。而低肥力或保肥条件差的土壤取得最高青贮产量所需密度相对较小（如昌平和顺义点达到 3172.5kg/667m² 和 2658 kg/667m² 最高产量时所需密度为 3800 株/667m²）。

表 3.20 高肥力试验鲜草产量

处理 (株/667m ²)	鲜草产量 (kg/667m ²)	差异显著性	
		F=0.05	F=0.01
4300	5406.0	a	A
3800	4896.0	a	B
4800	4300.0	b	C
3300	3914.0	bc	C
5300	3349.5	c	D
2800	2807.0	cd	E
2300	2443.8	d	E

表 3.21 中肥力试验鲜草产量

处理 (株/667m ²)	鲜草产量 (kg/667m ²)	差异显著性	
		F=0.05	F=0.01
3800	3172.5	a	A
3300	3071.3	ab	AB
2800	2861.8	abc	ABC
4300	2747.1	abc	BC
5300	2696.9	abc	C
4800	2595.1	abc	C
2300	2547.2	bc	C

表 3.22 低肥力试验鲜草产量

处理 (株/667m ²)	鲜草产量 (kg/667m ²)	差异显著性 F=0.05
3800	2658.0	a
3300	2534.0	ab
4300	2500.0	b
2800	2490.0	b
4800	2476.0	b
5300	2428.0	b
2300	2380.0	b

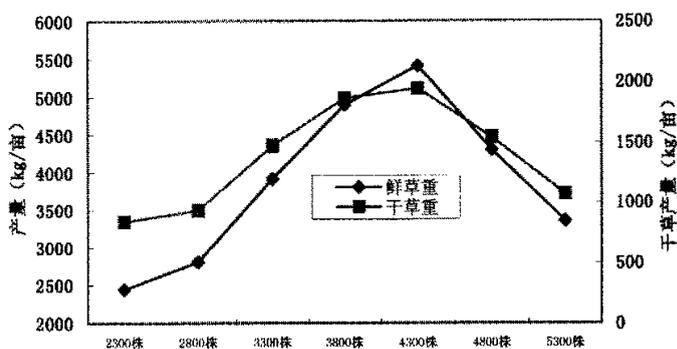


图1 房山试验点不同密度处理鲜、干草产量

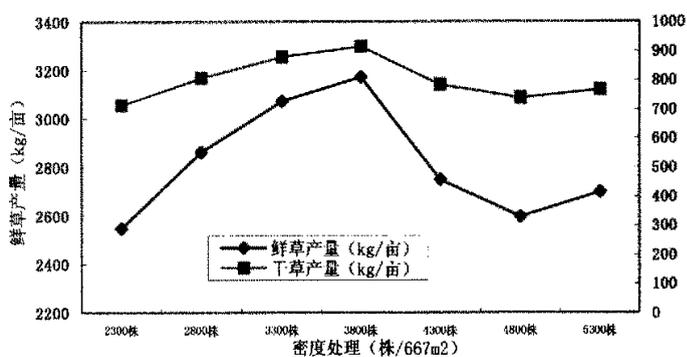


图2 昌平试验点各不同密度处理鲜、干草产量

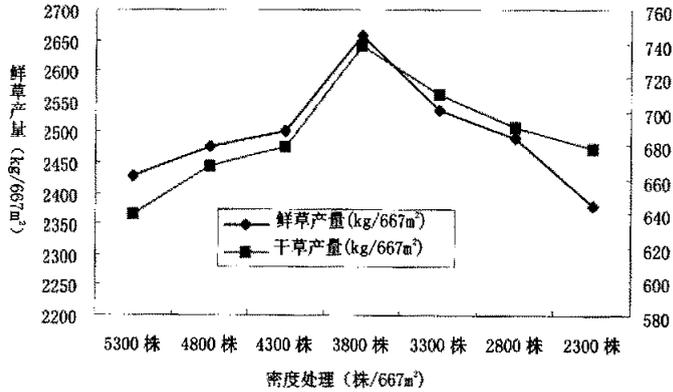


图3 顺义试验点不同密度处理鲜、干草产量

4.2 不同土壤肥力各密度处理倒伏情况

房山试验点各种植密度处理均未发生倒伏情况。主要原因一是玉米生育期间该地未出现较强的风雨天气，二是该试验点土壤肥力相对较高，施肥量合理，植株生长较健壮，因而抗倒伏能力增强。昌平试验点的高密度处理发生了倒伏，其中 4800 株/667m² 处理倒伏率达到 25% 以上，5300 株/667m² 处理倒伏率超过了 33%，发生倒伏的原因主要是试验点正处于风口处，加上试验田地力较差，高密度处理植株茎秆偏细，遇风导致倒伏。顺义试验点于 8 月 2 日至 4 日遭遇强风阴雨天气，发生严重倒伏，但不同密度处理的倒伏程度有明显差异的，密度越大倒伏越严重，在留苗密度超过 4300 株/667m² 以后倒伏率超过 50%，青贮产量受到严重影响（表 3.23）。综合分析种植密度与倒伏发生的关系，北京地区青贮专用玉米种植密度最高不宜超过 4300 株/667m²，否则易发生倒伏而严重影响青贮产量。

表 3.23 各试验点不同密度处理倒伏情况

密度(株/667m ²)	倒伏程度(%)		
	房山点	昌平点	顺义点
2300	0	0	10
2800	0	0	10
3300	0	0	20
3800	0	0	30
4300	0	0	50
4800	0	25.7	60
5300	0	36.7	60

4.3 不同土壤肥力下各密度处理叶面积状况

叶面积是显示群体光能利用状况的主要指标。不同密度处理叶面积变化有一定的规律性：单

株叶面积与种植密度呈极显著负相关 ($R=-0.86^{**}$), 密度越大, 单株叶面积越小, 但不同肥力水平各处理的单株叶面积增减幅度有显著差异。在高肥力条件下叶面积的随密度增加而减少, 各处理间平均递减幅度为 190cm^2 。而在中、低肥力条件下, 单株叶面积的减幅随土壤肥力降低而明显增大, 各处理间平均递减幅度达到 $373.2-395.0\text{cm}^2$, 是高肥力水平的两倍。这一试验结果说明, 通过科学施肥调控叶面积是非常重要的。综合分析各试验点的情况, 科青 1 号适宜的叶面积系数为 $3.9-4.5$, 在此范围群体与个体之间生长比较协调, 产量较高(表 3.24)。

表 3.24 不同肥力条件各密度处理吐丝期叶面积状况

密度(株/667m ²)	单株叶面积(cm ²)			叶面积系数		
	房山点	昌平点	顺义点	房山点	昌平点	顺义点
2300	7191.4	8370.0	7942.4	2.48	2.89	2.47
2800	6917.7	8012.0	7524.2	2.74	3.36	2.84
3300	6978.0	7972.7	7010.5	3.16	3.95	2.77
3800	6807.5	8110.4	6649.5	3.82	4.62	2.65
4300	6701.9	7005.5	6310.4	4.45	4.52	2.85
4800	6308.1	6600.5	5736.4	4.90	3.53	1.65
5300	6054.0	6130.9	5572.6	4.81	3.09	1.77

4.4 不同密度处理茎、叶、穗重量比例变化

青贮玉米植株不同器官的营养价值是不同的, 果穗的营养品质最好, 其次是叶片, 而茎秆的营养品质相对较差。科青 1 号在不同种植密度的条件下, 果穗和叶片所占地上部分植株总重量的比例有明显差异。研究结果显示, 果穗和叶片占植株总重量的比例随着种植密度的提高而呈下降趋势, 其中果穗下降的幅度尤为明显。因此在确定科青 1 号种植密度时, 在考虑生物产量和倒伏情况的同时, 还必须考虑果穗和叶片比重对营养品质的影响。在适宜种植密度范围内适当稀植, 有利于提高果穗与叶片在植株总重量中所占的比例, 从而提高青贮饲料的营养价值。

表 3.25 不同密度处理茎、叶、穗重量比例(顺义试验点)

器官	密度(株/667m ²)						
	2300	2800	3300	3800	4300	4800	5300
茎秆	1	1	1	1	1	1	1
叶片	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9
果穗	2.1	2.0	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2

基本结论

1、在高肥力土壤(有机质 1.2%以上)条件下, 适宜亩留苗密度为 3800~4300 株/667m², 在中、低肥力土壤(有机质 0.85%~0.66%)条件下, 适宜亩留苗密度为 3300~3800 株/667m²。

2、由果穗和叶片的营养价值较茎秆高, 而穗、叶所占重量比例又与种植密度呈负相关。因

此, 确定科青 1 号种植密度时, 既要考虑其生物产量的高低, 也要考虑穗、叶所占的重量比例, 在适宜密度范围内适当稀植, 既可获得较高产量, 又有利于提高青贮营养品质。

5 冬茬麦类饲草+夏茬青贮玉米种植试验研究及效益分析

5.1 小黑麦植株性状调查

根据示范田小黑麦植株性状调查 (表 3.26), 生育期为 220 天, 在抽穗期小黑麦干物重达到最大, 为 $10725.0 \text{ kg hm}^{-2}$ 。

表 3.26 小黑麦生育期 (月/日)

品种	播种期	出苗期	扬花期	收获期
中饲 1890	10/5	10/15	5/12	5/21

5.2 小黑麦经济效益

通过小黑麦经济效益核算 (表 3.27), 其总投入为 305 元/667m², 收入为 461.2 元/667m², 每亩可以获得利润 156.2 元。

将小黑麦与普通小麦效益进行比较 (表 3.28), 普通小麦每亩利润为 133 元, 小黑麦每亩可以比普通小麦多获得 23.2 元。

表 3.27 小黑麦经济效益表

产量 (kg/667m ²)	成本 (元/667m ²)						成本合 计	单价 (元/公斤)	收入 (元/667m ²)	利润 (元/667m ²)
	种子	农机	肥料	水电	人工	其它				
768.6	70	83	56	16	20	60	305	0.6	461.2	156.2

表 3.28 示范田与普通小麦效益比较表

品种	产量 (kg/667m ²)	单价 (元/kg)	产值 (元/667m ²)	成本 (元/667m ²)	利润 (元/667m ²)
普通小麦	400	1.1	440	307	133
小黑麦	768.6	0.6	461.2	305	156.2

5.3 青贮玉米生育期进程

青贮玉米科青 1 从播种到 90 天。(表 3.29)。

表 3.29 青贮玉米生育期 (月/日)

品种	播种期	出苗期	拔节期	大喇叭口期	抽雄期	吐丝期	收获期
科青 1	6/10	6/15	7/14	8/4	8/19	8/21	9/8

5.4 青贮玉米植株性状调查

通过青贮玉米植株性状调查,科青1叶面积大,保绿性好,有利于作专用青贮品种。科青1在吐丝期收获能获得较大的植株鲜重,同时植株干重基本稳定(表30)。

表 3.30 青贮玉米植株性状调查情况

品种	株高(cm)	穗位(cm)	最大叶面积(m ²)	茎叶穗重量比	保绿性
科青1	285	152	11210	48: 14: 38	100

5.5 青贮玉米经济效益分析

青贮玉米投入为每亩230.5元,纯收入每亩211.5元

表 3.32 青贮玉米经济效益分析(元/667m²)

品种	物质成本								总成本	纯收入
	种子	化肥	农药	农机	水电	人工	其他	单价(分/斤)		
科青1	15	22.5	2	71	40	30	50	6	230.5	211.5

表 3.33 示范田与普通玉米效益比较表

品种	产量 (kg/667m ²)	单价 (元/kg)	产值 (元/667m ²)	成本 (元/667m ²)	利润 (元/667m ²)
青贮玉米	3683.3	0.12	442	230.5	211.5
夏玉米	400	0.94	376	230.5	145.5

基本结论

通过小黑麦和玉米产量及经济性状比较,得出以下结论:

1. 小黑麦分蘖力很强,分蘖盛期总茎数达77万/667m²,单株茎为2.4个;
2. 小黑麦株高生长快,尤其是拔节后生长迅速,分蘖盛期、拔节期、抽穗期分别为19.5cm、35.9cm和97.4cm;
3. 小黑麦单株叶面积增速大,分蘖盛期、拔节期、抽穗期分别为26cm²、63.8cm²和127.9cm²;
4. 小黑麦干物质积累多,分蘖盛期、拔节期、抽穗期干物重分别为148.8kg/667m²、411.3kg/667m²和715kg/667m²;
5. 通过测产,小黑麦鲜草3133.5公斤/667m²、干草768.6公斤/667m²,收入461.2元/667m²,利润156.2元/667m²,小黑麦亩效益比普通小麦多23.2元;
6. 通过测产,青贮玉米产量为3683.3公斤/667m²,收入442元/667m²,利润211.5元/667m²,比普通玉米多66元效益很可观;
7. 小黑麦-青贮玉米种植模式比冬小麦-玉米模式亩增加经济效益89.2元。纯利润增加32%。

讨 论

1、研究意义与推广价值

近年来,随着农业结构调整的不断深入,草食家畜已成为京郊农业发展和农民增收的主要调整方向。2001年畜牧产值达到了104亿元,占农业总产值的48%,到2005年要达到60%,特别是草食家畜,其占畜牧总量的比例将继续增加。草食家畜特别是奶牛、肉牛和羊的迅猛发展带动了京郊饲草产业的快速发展。饲草中豆科饲草种植面积最大,为紫花苜蓿,面积接近26万亩。种植也相对集中,在通州、顺义、昌平3区县的种植面积在20万亩左右,占全市面积的65%。紫花苜蓿基本解决了我市草食家畜对豆科饲草的需求。长期以来,由于人们对饲草产业认识不足,重视不够,在科研方面投入较少,致使在饲草种植、收获、贮藏、利用、加工及相关产业技术方面缺乏系统研究与推广。在饲草生产迅速发展的形势下,科技滞后显现无疑,尤其在饲草品种选择上存在许多问题,北京市还没有1个专用青贮玉米审定品种,生产上种植一些不适合当地品种,造成效益低下,严重影响了农牧协调、健康发展。讲青贮玉米、和其他配套饲草种植规模小,只在昌平、顺义等区县的少数乡镇种植。牛奶和草食家畜产品质量决定于饲草质量,在饲养草食家畜中必须有青贮饲料和干草,我市大多数养殖小区地青贮饲料是普通玉米收获籽粒后桔杆,质量差,带穗青贮地养殖小区非常少。在我市还没有产量高、品质好地专用品种。筛选专用品种,推广带穗青贮将对我市草食家畜地推动产生很大影响,科青1号各种性状表现可作为专用青贮品种推广。在干草方面,北京养殖所需的干草大部分依赖从东北购进东北羊草,全市不论奶牛还是肉牛在饲喂禾本科干草时大多从东北以600—650元/吨购进羊草,每年每只奶牛需用1吨左右的羊草,全市需要干草数量是较大的。由于东北羊草近年来质量低,价格高,运输不便,使北京养殖业的效益呈现波动的情况。5月下旬—6月初正是草源饲草供应不足时期,在本地区青黄不接的时候,小黑麦的收割适期正好在5月下旬,解决了草食家畜饲草供应不足的问题,在大兴,房山将小黑麦全部晒制干草,代替东北羊草喂奶牛,取得了很好的效果。由于小黑麦收割早,给下茬作物种植安排的时间很充裕,种植小黑麦可扭转北京市长期依赖进口东北羊草的局面。同时麦类饲草利用途径多,可作为青草刈割,或青贮。通过本课题研究种饲1890,4R507性状表现适应我市种植,可大面积推广。麦类饲草-青贮玉米种植模式经验证,经济效益可观,技术操作同传统种植模式差异不大。该模式可极大地解决我市草食家畜对优质饲草地需求,特别是对我市迅速发展的养殖小区意义巨大,可大力发展。

2、种植麦类饲草可推动我市节水农业和裸露农田覆盖

北京市作为我国的首都,地处北方半干旱地区,特别是近年来人口急剧增加,降雨量连年下降(降雨量不足400mm),农业用水受到极大限制,北京农业生产必须走节水的道路,其中选择耐旱作物和品种是途径之一。麦类饲草其根系发达,耐旱能力远远高于小麦及其它越冬作物,生长期仅需在冬前灌一次冻水,返青时灌一次返青水,而小麦生育期内至少需要灌四次水,因此,在生产上比小麦节省用水50%,在干旱日益加剧,水资源日趋紧缺,水费越来越高的今天,这一

点显得尤其重要。

北京地区产生沙尘的地表物质以粉尘为主,主要来自农田。旱作农田中能够被吹起形成浮尘的颗粒有 52%,而沙漠中仅有 2.56%,说明沙漠并不是沙尘天气的主要尘源,而土壤表土细碎的裸露农田才是形成沙尘暴的重要尘源。在形成北京地区沙尘天气中,本地贡献率为 20%~33%。北京郊区现有季节性裸露农田 200 多万亩,冬春季节北京干旱少雨,地表疏松缺乏植被覆盖,在西北季风作用下,极易造成本地沙尘天气,土壤表土细碎的裸露农田和退化的草原是形成沙尘暴的重要尘源。季节性裸露农田即习惯上所称的冬春白地。主要是近年来冬小麦面积大幅调减(由 1998 年的 280 万亩调减到 2002 年的 72 万亩)所致,目前京郊季节性裸露农田面积在 200 万亩左右,成为本地沙尘天气的重要尘源,为北京地区“沙尘暴”天气的形成起到了推波助澜的作用。解决北京沙尘的途径是发展抗旱、抗寒、覆盖性好越年生、多年生冬春季节覆盖型作物,麦类饲草根系发达,抗寒、抗旱,对土壤覆盖面积大,是非常好的覆盖作物。发展麦类饲草种植首都环境建设和 2008 绿色奥运的推进意义重大。

3、进一步研究建议

由于条件限制本课题缺乏对两种作物对水分的需求研究和麦类饲草营养品质的分析,应进一步对上述 2 个问题的探讨。

结 论

1、昌平、顺义、双桥和农科院作物所四个试验点 10 个麦类饲草品种鲜草和干草产量进行测定, 鲜草产量在 889.0-3289.6 kg 667m² 之间, 干草产量在 386.3-873 kg 667m² 之间, 差异显著 ($p<0.05$)。黑麦品种 4R507 干草产量平均为 798.2 kg 667m², 鲜草产量 2835 kg 667m², 各点平均含水量为 73.6%, 产量最高; 其次为小黑麦品种 WOH828。黑麦、小黑麦品种均不感病, 大麦感叶枯病。中饲 237 没有倒伏外, 其余品种有倒伏现象, 大麦和冬牧 70 倒伏严重, 但是倒伏时靠近刈割时间, 不影响产草量。延庆点的研究发现, 只有 OKLON, 冬牧 70, BATES 和 4R5074 个黑麦品种抗寒性好, 能安全越冬, 而小黑麦和大麦几乎全部死亡; 对昌平和顺义两个试验点植株死茎率分析表明, 除冬牧 70 和 OKLON 外, 其余品种均有死茎, 其中大麦死茎最高, 在昌平试验点达到 9%, 说明小黑麦品种的抗寒性较黑麦差, 大麦最差。除大麦外对土壤覆盖是 45% 外, 其余品种都在 55% 以上, 对土壤覆盖效果好。黑麦品种 4R507 和小黑麦品种 WOH828 的抗病、抗倒、抗寒、产量等综合性状表现较好, 可以在京郊示范推广种植。

2、测定不同密度对小黑麦生育期的影响发现, 在 (10、15、20、25、30、35) 万/667 m² 密度下生育期均表现一致。说明密度不影响生育期进程。小黑麦“中饲 1890”生育期在 220 天左右。6 月初进行收获, 此时小黑麦的品质和产量都达到最佳, 并且为下茬青贮玉米留出足够的生长期。麦类饲草密度为 35 万 667m² 的小区收获期总茎数为 35.3 万/667m², 有效穗数为 16.1 万/667m², 产量极显著高于其他密度处理 ($p<0.01$), 达到 14489.6 kg ha⁻¹。

3、青贮玉米品种筛选试验中, 春播试验中平均亩产超过 4500 公斤的品种有 11 个品种, 它们是 410, 科多 4, 怀研 4, 科青 2, 科多 8, 高油 115, 科青 1, 农大 86, 农大 108, 412, 怀研 6, 显著高于其他七个品种。夏播中亩产超过 3500 公斤的品种有白鹤、410、墨白、科青 1、科多 8、科青 2, 与其它品种有极显著差别 ($p<0.01$)。鲜穗占全株比重测定表明, 中原单 32、怀研 4、怀研 6、墨白、农大 86、农大 108、中单 9409、科青 1 等高于 35%。对夏播玉米品种干物质、中性洗涤纤维 (NDF)、酸性洗涤纤维测定表明, 410, 科青 1 号, 农大 108, 科青 2, 高油 115, 怀研 4 品种品质稍好。中金 601, 宝石红, 墨白, 鲁单 052, 中原单 32, 科多 4 倒折严重; 宝石红、中原单 32、鲁单 052 较感病。该 9 个品种不适宜做青贮玉米品种。综合产量、营养、抗病、抗倒等性状春播青贮玉米选择怀研 4 号, 科青 1 号或农大 108, 夏播青贮玉米科青 1 号或墨白比较适宜。

4、通过对三个试验点科青 1 号 (2300, 2800, 3300, 3800, 4300, 4800) 株/667m² 密度试验表明, 在高肥力土壤 (有机质 1.2% 以上) 条件下, 亩留苗适宜密度为 3800~4300 株/667m², 在中、低肥力土壤 (有机质 0.85%~0.66%) 条件下, 适宜亩留苗密度为 3300~3800 株/667m²。

5、小黑麦(中饲 1890)—青贮玉米(科青 1 号)周年生产模式测定表明: 小黑麦亩产鲜草 3133.5 公斤、干草 768.6 公斤, 亩收入 461.2 元, 亩利润 156.2 元, 小黑麦亩效益比普通小麦多 23.2 元; 青贮玉米亩产量为 3683.3 公斤, 亩收入 442 元, 亩利润 211.5 元, 比普通玉米多 66 元; 小黑麦-青贮玉米种植模式比冬小麦-玉米模式亩增加经济效益 89.2 元。纯利润增加 32%。小黑麦+青贮玉米种植模式对促进畜牧业和提高种植效益起了很大的促进作用, 可取得较好的经济效益。

参考文献

- [1] 丁法稳, 尚杰. 耕作制度变革与畜牧业的可持续发展. 中国畜牧杂志, 2002, 2: 3~4
- [2] 田晋梅, 田良才. 农田刈割草地——农区草业的重要发展方向. 黑龙江畜牧兽医, 2000, 7: 16~17
- [3] 齐广海, 武书庚, 李东. 加入 WTO 我国饲料工业科技发展战略与方向 (上), 饲料广角, 2002, 3: 33~35
- [4] 史忠恒, 律宝春, 孙庆亮. 小黑麦、黑麦生产在我市种植结构调整中的战略地位. 北京农业, 2001, 8: 32~33
- [5] 江虎琳, 孙元枢, 王崇义. 秦岭山区试种小黑麦获得成功. 作物杂志, 1991, 3: 35~36
- [6] 董永琴. 八倍体小黑麦新品种 (系) 区域适应性评价. 贵州农业科学, 1994, 2: 14~17
- [7] 董永琴. 异源八倍体小黑麦黔中一号选育研究. 贵州农业科学, 1994, 3: 1~5
- [8] 李志成, 高寿元. 小黑麦在伊犁地区的栽培和饲养试验. 草原与牧草, 1999, 3: 37
- [9] 鲍文奎等. 八倍体小黑麦育种与栽培. 贵阳: 贵州人民出版社, 1981.
- [10] 张玉清, 张庆祥. 发展新型饲料作物—小黑麦. 黑龙江畜牧科技, 1997, 1: 29~31
- [11] 孔广超, 曹连甫, 魏亦农, 等. 新小黑麦 1 号. 新疆农业科学, 1999, 3: 29
- [12] 吴景科. 旱地谷类作物的新秀—小黑麦. 甘肃农业科技, 1987, 10: 11~12
- [13] 中国农业科学院草原研究所编著. 中国饲用植物化学成分及营养价值表. 北京: 农业出版社, 1990.
- [14] 雷在雍. 小黑麦在贵州的十年表现和推广中的问题. 贵州农业科学, 1984, 4: 18~23
- [15] 董卫民, 张少敏, 王宏, 等. 小黑麦的生产特性及开发利用前景. 当代畜牧, 2002, 2: 33~35
- [16] 程渡, 彭玉梅, 崔鲜一, 等. 黄腐酸旱地龙对农作物、牧草应用效果试验. 土壤肥料, 2000, (6) 32: 33~34
- [18] 贺晓鸣. 八倍体小黑麦引种试验初探. 耕作与栽培, 1997, 6: 30~31.
- [19] 兰开龙, 刘永庆, 田锡, 等. 春性小黑麦生长发育特点的观察. 作物研究, 1994, 8 (2): 35~37.
- [20] 黄玉贤. 小黑麦的生产特性及应用现状. 黑龙江畜牧科技, 1997, 3: 33~34
- [21] 孙元枢, 谢运, 王钧睦. 新饲料作物——小黑麦. 牧草与饲料, 1991, 4: 37~40.
- [22] 董永琴, 英敏, 郭春英, 等. 八倍体小黑麦新品种不同追氮量试验. 贵州农业科学, 1993, 1: 21~25.
- [23] 董永琴, 郭春英, 王华芬. 不同播种量对小黑麦不同品种的影响. 贵州农业科学, 1988, 1: 17~22.
- [24] 张成琦, 何元农. 小黑麦在我省的适应性及在问题的商榷. 贵州农业科学, 1980, 5: 14~19
- [25] 英敏, 董永琴, 郭春英. 贵州小黑麦研究与发展初探. 贵州农业科学, 1992, 5: 58~60.
- [26] 万永芳, 刘法圈, 颜济等. 大麦、黑麦和小黑麦种质资源对赤霉病抗菌素性的鉴定. 植物保护, 1997, 1: 26~28
- [26] Lukoszanski A J. Improvement of breedmarking quality or triticale through chromosome

- translocations. In: proc of 4th Int. Triticale Sym, Canada, 1998. 102~109
- [27] 卢青恕. 中国食物与营养发展纲要(2001~2010年)制定背景及其主要内容. 中国食物与营养, 2002, 1: 8~11
- [28] Machan MK, Scheffer K. Triticale for industrial uses, Produced in a sustainable cropping system. In: Proc of 4th Int. Triticale Sym, Canada, 1998. 273~277
- [29] 盛学良, 贺喜全. 我国优质饲用玉米育种研究进展, 杂粮作物, 2002, 22(3): 134~137
- [30] 冯勇等. 优质高效青贮玉米品种选育途径与方法的探讨. 内蒙古农业科技, 2002(专辑): 32~35
- [31] 赵学良, 孙艳香. 青贮青饲玉米的研究进展及利用. 河北畜牧兽医, 2002, 5(18): 18~20
- [32] 扈光辉. 饲用玉米的育种进展与趋势, 玉米科学, 2003, 11(2): 46~49
- [33] 王元东等, 青贮玉米育种研究进展, 玉米科学, 2002, 10(10): 17~21
- [34] 李向拓等, 饲用玉米育种要求性状特征及研究进展, 西北农业学报, 2003, 12(2): 36~40
- [35] 吕淑果. 玉米饲用栽培的物质生产特性及营养品质研究. [硕士学位论文]. 内蒙古: 内蒙古农业大学, 2003
- [36] 陈自胜. 青贮玉米及其经济效益, 吉林农业科学, 2000, 25(4): 41~44
- [37] 宋锡章. 青饲和青贮专用玉米品种应用现状及发展趋势, 黑龙江农业科学, 2003, 3: 56
- [38] 熊元忠. 青贮玉米的发展前景与栽培技术. 南京农专学报, 2000, 1(16): 25~29
- [39] 陈勇、罗富城. 几种牧草及饲料作物在营养品质方面的育种概况. 动物科学与动物医学, 2003, 3(20): 66~69
- [40] 陈新江、唐秀芝. 浅谈青饲青贮玉米在畜牧养殖业中的重要作用. 农业科技通讯, 2003, 1: 70~72
- [41] 李德新. 浅谈青贮玉米育种目标的选定. 黑龙江畜牧科技, 1994, 2: 56~57
- [42] 律宝春. 北京市青贮玉米品种筛选及研究(夏播篇). 北京农业, 2003, 3: 25-27
- [43] 农业部农业推广中心. 2003年全国青贮玉米区试. 北京, 2003
- [44] 王国庆. 青贮玉米品种筛选试验总结. 玉米科学, 2003, 11(增刊): 63~64
- [45] 姚青洲. 青贮玉米品种对比试验. 现代化农业, 2003, 5: 10~11
- [46] 胡跃高. 中国农业结构变革机制研究. 北京: 中国农业大学出版社, 1998
- [47] 胡跃高. 开创中国农业新局面道路探索. 北京: 中国农业科技出版社, 2001
- [48] 全国农业技术推广服务中心. 国家玉米高新技术及产业化研究进展, 国家玉米品种实验技术培训教材, 2003. 11
- [49] 林建新. 青饲玉米的发展现状及前景. 福建农业科技, 2004, 1: 39~40

附录 1 麦类饲草生产技术规程

1 基本条件

土壤为中等以上肥力水平，具备一定的使用农机具及灌溉条件。

1.1 品种选择：选择优质、高产、生育期适宜的（小）黑麦品种。经试验筛选，小黑麦品种“中饲 1890”较好，黑麦品种“4R507”较好。

1.2 种子准备：精选种子，晾晒 2—3 天。测定千粒重及发芽率，根据预测的基本苗数计算和调整播种量。进行种子处理，防治地下害虫。

1.3 肥料准备：(1)尽量多施有机肥，2000—3000 公斤/667m² 以上。(2)合理确定氮、磷、钾化肥用量，一般全生育期施用化肥折纯氮每亩 14-16 公斤、五氧化二磷 6—9 公斤和氧化钾 4—5 公斤。

1.4 精细整地及施底肥：精细整地是保证（小）黑麦播种质量的关键，应达到地面平整。将有机肥和全部磷、钾肥及 1/2 氮素化肥随整地施入。播前检查墒情，足墒播种，缺墒浇水，过湿散墒，播前要求 0—20 厘米土壤含水量：粘土为 20%，壤土为 18%，沙土为 15% 为宜。

2、播种

目标：苗全，苗齐，苗匀，苗壮。

2.1 播种期：适宜播期为秋分—寒露，适当早播有利于提高饲草产量。

2.2 播种量：一般 12 公斤/667m²—15 公斤/667m²，因品种而异有所不同，中饲 1890 千粒重低，播量可适当减少；每亩 30-35 万基本苗为宜。

2.3 播种深度：一般 3-4 厘米，下籽均匀，行距一致，消灭轮胎沟。播行直，不重播，不漏播。

2.4 种满种严，确保全苗：地头要单耕、单旋、单播。出苗后及时查苗补苗，底墒不足喷浇“蒙头水”。

3、出苗—越冬的管理

目标：麦苗长势均匀一致，越冬前每亩 80-100 万茎。

3.1 耨麦松土：地板、苗黄的地块及时耨麦松土通气保墒。三叶期缺墒补浇分蘖水，苗弱叶黄应少量追肥。

3.2 压麦：若麦苗出现旺长，及时压麦，防止徒长。

3.3 防治虫害：发现金针虫、蛴螬等地下害虫危害，用 90% 的敌百虫晶体对水 800-1000 倍灌液。

3.4 浇冻水：上冻前必须浇足冻水。

4、越冬期的管理

目标：不青枯，无冻害，分蘖节上覆土厚度不少于 2 厘米。

4.1 搂麦、压麦：冬季(12月中旬及2月上中旬)，抓紧搂麦压麦，压碎坷垃，弥合裂缝，防止冻害

4.2 冻害补水：冻害年份，地表干土层超过4厘米时，在(小)黑麦返青前，抓紧回暖时机喷灌1—2小时。

5、返青一起身的管理

目标：新叶生长正常，春蘖增长率为20%左右，无云彩苗。

5.1 搂麦、压麦：返青初期，搂麦、压麦增温保墒。因(小)黑麦植株较高，为防倒伏，可适当晚浇返青水，使第一节间短、粗、壮。

5.2 开沟追肥：土壤化通后，墒情快，根据地力、苗情适时追肥浇水。

5.3 旺苗化控：对于肥力足、群体大、生长快的旺苗，于(小)黑麦返青后喷壮丰安或矮壮素，控制旺长，预防倒伏。

5.4 杂草防治：(小)黑麦抗三锈病和白粉病，虫害发生较轻。植保方面应注意杂草防除。方法：(小)黑麦返青后，杂草苗期可选用以下药剂：①72%2,4—滴丁酯乳油 50ml / 667m²；②72%2,4—滴丁酯乳油 20ml / 667m²+75%巨星干悬浮剂 0.5g/667m²。以上二种药剂任选一种，每亩对水40kg，进行茎叶喷雾。

6、后期管理及收获

目标：叶色浓绿，节间短粗，不早衰，不倒伏。

6.1 浇水与追肥：拔节期是营养生长和生殖生长并进的时期，需肥较多，应在此之前将剩余的全部氮肥追入，浇水后及时松土。

6.2 青饲刈割及干草收获：在9月初播种的麦田，如果麦苗生长繁茂，可在浇冻水后放牧或割青，第二年返青后的4月初—5月株高达到40公分以上时，可以割青草1-2次。一次性收获青饲料及晒制干草，多数品种适时收获期为5月下旬—6月初，即扬花后10天，植株含水量达60-70%左右。若晒制干草，收割后需晒2天，含水量达到40%-50%可打捆，打捆后再就地晾晒，当含水量达到25%左右(蛋白质达13-15%)。

附录 2 夏播青贮玉米生产技术规程

1 产量指标

每 667 m² 生产青贮玉米 3500kg 以上。

2 播前准备

2.1 整地

前茬作物（小麦）收获时秸秆就地粉碎还田。

2.2 品种与种子

2.2.1 品种

选用生育期 100d~120d 左右，生物产量高，品质优良，抗逆、抗病，粗蛋白含量≥7%、中性洗涤纤维≤55%、酸性洗涤纤维≤30%，并通过北京市或相应地区审定的专用青贮玉米杂交种。

2.2.2 种子

2.2.2.1 质量

达到 GB 4404.1 规定的二级以上标准。

2.2.2.2 发芽率试验

播前做发芽率试验，试验按 GB/T 3543.4 方法进行。

2.2.2.3 药剂处理

为防治病虫害，应选用包衣种子或用高效、低毒药剂处理。处理方法及条件按 GB 15671 规定进行。

3 施肥

3.1 肥料用量

根据土壤肥力、产量水平和品种需肥特点平衡施肥。化肥施用量应多施氮肥，促营养体生长。一般纯 N: 14kg/667m²~18kg/667m²、P₂O₅: 3kg/667m²左右、K₂O: 6kg/667m²~8kg/667m²。

3.2 施肥方法

磷、钾肥全部底施。选用长效氮肥，可将全生育期的施氮量一次性底施；而用速效氮肥，40%底施，须保证种、肥分开 3 cm 以上。也可用玉米专用复合肥做底肥。应根据播种机的具体情况，调节和确定底化肥用量，原则是重施底化肥。

4 播种

4.1 播种期

麦收后力争早播，争取积温，一般不能晚于 7 月 10 日。

4.2 播种量

精量播种，应根据密度、种子发芽率和田间出苗率计算播种量。计算公式为：

每 667m² 计划种植密度（播种粒数）×千粒重（g）

播种量(kg/667m²)=发芽率(%)×田间出苗率(%)×106

4.3 土壤墒情

适墒播种，播后遇旱及时浇水。

4.4 播种方法

4.4.1 播种机机械

采用免耕播种机。

4.4.2 播种机的调试

调整行距， 65 cm~70 cm；

调整播种深度， 3 cm~6 cm；

调整播种量；

调整施底肥深度， 适宜深度为 8 cm~10 cm。种肥间隔 3 cm 以上。

4.4.3 播种操作要求

牵引机以 2~3 档速度行驶， 行速要匀， 路线要直。

4.4.4 播种质量

一般作业条件下， 播种质量应符合 NT/T 503 规定的标准。

5 化学除草与杀虫

5.1 药剂的选择与用量

化学除草与杀虫可选用的除草剂、 杀虫剂及剂量、 用量见表 1。

表 1 除草剂和杀虫剂、有效成份、剂型、用量

药剂类型	药剂名称及剂型	用量 (ml/667m ²)	备注
除草剂	38%莠去津 SC	150~200	
	50%乙草胺乳油 EC	100	
	20%百草枯 (WC) 或 41%草甘磷 (水剂)	100~1500 或 100~200	当土壤表面有大量明草时 用，若草多时使用高剂量。
杀虫剂	40%氧化乐果 EC	50	
	80%敌敌畏乳油	25~50	粘虫超过 5 头/m ² 时用。

5.2 使用方法

采用机械喷药： 将上述 (表 1) 剂量的除草剂、 杀虫剂兑清水 20 kg/667m²~40kg/667m²， 混合后于播后苗前地面喷药， 进行土壤封闭。 喷药过程不要重喷、 漏喷。 喷药之后若 3 天内无须进行喷灌， 喷水量为 15m³/667m²， 使喷在秸秆上的药液淋溶于土壤表面， 化除效果更好。

6 田间管理

6.1 定苗

玉米长至 5 叶期前完成定苗， 应根据选用的品种特性和当地土壤肥力水平确定留苗密度。 种植密度见表 2。

表 2 不同类型品种和土壤肥力水平适宜种植密度

品种株型	紧凑型 (株/667m ²)			平展型 (株/667m ²)		
	高肥力	中肥力	低肥力	高肥力	中肥力	低肥力
适宜种植密度	4700-5200	4500-5000	4200-4700	4300-4800	4000-4500	3800-4300

6.2 追肥与中耕除草

将全生育期氮肥总量的 60%于拔节期追施,追肥用量根据底肥施入纯 N 量调整;追肥后进行中耕培土和除草。

6.3 灌水

遇严重干旱,玉米叶片上午出现严重卷曲时需进行灌溉,喷水量 $20\text{m}^3/667\text{m}^2 \sim 30\text{m}^3/667\text{m}^2$ 。

6.4 防治虫害

虫害防治对象及方法表见 3。

表 3 病虫害防治对象及方法

防治对象	防治时期	药剂、剂型	用量	方法
玉米螟	心叶中期	BT 乳剂	200 ~ 300 倍液 ml/667m ²	兑清水 10kg 灌心,每株 2 ml
	成虫产卵始盛期	释放赤眼蜂	放蜂量 1.5~3 万 头/667m ²	每 667m ² 放 5~10 个点,将蜂卵挂在玉米植株中部叶背
粘虫	苗期及中后期	40%氧化乐果 EC 加 80%敌敌畏乳油	50+30 ml/667m ²	苗期百株虫量超过 5 头,中后期百株虫量超过 20 头

7 收割

青贮玉米适宜收割期为乳熟末期至蜡熟初期。此期收割,玉米植株含水率为 65%~70%,制作青贮营养、品质最好。选择专用青贮玉米收割机收割。

致 谢

本论文是在导师胡跃高教授的悉心指导下完成的，从论文的选题到试验的设计以及论文的撰写、定稿都倾注了导师的大量心血。恩师严谨求实的敬业精神、一丝不苟的工作作风和孜孜不倦的治学态度将对我今后的工作产生深远的影响，值此论文完成之际谨向导师表示衷心的感谢！

在论文完成过程中得到了北京市怀柔区种子管理站、昌平区种子管理站、延庆县农科所等单位领导和工作人员的大力支持和帮助，在此对他们给予的支持和帮助表示深深的谢意！

在论文写作过程中，得到了中国农业大学农学与生物技术学院的曾昭海博士、朱文珊教授，中国农科院孙元枢研究员以及北京市种子管理站贾希海站长、品种管理科科长白琼岩的指导和帮助，在此对他们的无私奉献表示崇高的敬意和衷心的感谢！

最后，感谢我的爱人在我在职攻读硕士学位的过程中所给予的理解、关心和支持！

个人简介

1. 基本情况

姓名：律宝春 性别：男 民族：汉
出生年月：1964年3月 毕业院校：中国农业大学 专业：果树
学历：本科 政治面目：中共党员 职称：高级农艺师
工作单位：北京市种子管理站

2. 主要工作情况

从事农作物新品种区域试验、试验示范和北京市农作物种子质量管理工作，现为北京市品种审定委员会西瓜组成员。

3. 获奖情况

3.1“紫花苜蓿优质高产配套栽培技术示范推广”项目获北京市2003年农业技术推广奖一等奖，第4完成人

3.2“紫花苜蓿优质、高效综合生产技术与推广”项目获2004年全国农牧渔业丰收奖二等奖，第7完成人

4. 编写著作、发表论文情况

4.1 编写著作

[1]任华中，律宝春.《中国瓜菜新品种》北京：林业出版社2000年1月第一版

[2]李继扬，胡跃高主编《紫花苜蓿生产利用百问百答》北京：台海出版社2001年11月第一版。

[3]李继扬，李季主编《裸露农田综合治理生产技术百题解答》北京：台海出版社2004年3月第一版

[4]贾希海，刘善江主编《怎样识别假化肥假种子》北京：中国农业出版社2004年12月第一版

4.2 发表论文

[1]史忠恒，律宝春，孙庆亮. 黑麦、小黑麦在北京市种植调整中的战略地位. 北京农业. 2001, 8: 32~33

[2]车晋滇，张桂娟，张辉，律宝春. 北京市紫花苜蓿品种抗病性调查初报. 北京农业科学. 2001, 6: 21~22

[3]律宝春，王加顺，彭素娟. 三类重要牧草在北京市适应性研究. 北京农业, 2002, 11: 30

[4]孙庆亮，律宝春. 北京市青贮玉米存在的几个问题. 北京农业. 2002, 8: 37~38

[5]律宝春. 北京市青贮玉米品种筛选及研究（夏播篇），北京农业, 2003, 3: 27

[6]律宝春. 2001-2002年北京市紫花苜蓿品种筛选及研究, 北京农业, 2003, 特刊

[7]律宝春，孙庆亮. 青贮作物品种生物产量品比及分析, 北京农业, 2004, 增刊

[8]律宝春，孙元枢. 饲草型小黑麦、黑麦品种筛选与研究 北京农学院学报, 2004, 第19卷

[9]律宝春，钟连全，潘金豹. 青贮玉米品种筛选与研究 北京农学院学报, 2004, 第19卷

[10]律宝春. 北京市青贮玉米品种筛选及研究（夏播篇），北京农业, 2003, 3: 24