

基于生物多样性保护的土壤利用改良途径

——以关岭自治县板贵乡木工村土地整理项目为例

汪雪莎 (贵州省土地整理中心, 贵州贵阳 550001)

摘要 以关岭自治县板贵乡木工村土地整理项目为例, 基于生物多样性保护的土壤类型及其理化性质, 分析土壤利用过程中的障碍性因素。结合喀斯特地区土地整理工程特点, 优化实施土地平整工程、灌溉与排水工程、田间道路工程、农田防护与生态环境保持工程的工程内容, 达到改良土壤的目的。

关键词 改良途径; 生物多样性; 土地整理

中图分类号 S154 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)35-13552-04

土地整理是土地资源开发利用的重要内容, 在现阶段依然是土地整理的主要目的和推动力, 因此出现仅追求新增耕地数量而忽略土地整理实施中可能对整治区域造成的生态环境影响的问题, 存在着在土地整理过程中采用大量的混凝土修建、减少绿地面积和生物栖息场所等以及对土地整理项目中农田防护与生态环境保持工程不够重视、整理区生态环境质量未能同步提升的问题。这将导致生物的生存环境失衡, 在一定程度上阻碍生物物种的散播, 致使生物群体发展趋向的不稳定, 最终导致生物多样性的降低。如何将生物多样性保护融入到土地整理的项目中去, 使得土地整理定义更加科学, 意义更加深刻, 就成为当前研究的主要内容。

土壤作为土地利用的直接承担者, 是植物的根据地。作物生长需要的具体条件虽然各有不同, 除阳光外其余的条件全部或一部分是由土壤供给的。土壤的类型及其性质将直接影响植物的生长、土地利用类型的适宜性等, 并在一定程度上可以反映该区域生态环境和植被条件的特点。因此, 笔者以关岭自治县板贵乡木工村土地整理项目为例, 着重探讨土地整理中生物多样性保护的关岭示范项目区土壤种类及其理化性质, 分析土壤利用过程中的限制性因素, 找到通过土地整理、改良土壤利用的有效途径。

1 项目区土壤

1.1 项目区土壤类型及剖面特征

1.1.1 项目区土壤类型。项目区位于贵州省关岭县的西南部, 是典型的喀斯特地区, 占地面积 32.37 hm²。通过实地调查, 对采集土壤样品进行分析。项目区土壤类型分为 3 个土类、3 个亚类、4 个土属和 9 个土种。

1.1.2 项目区典型土壤剖面特征。通过调查取样, 项目区典型土壤剖面 1 砂页岩风化物, 黄壤(硅铝质黄壤)。耕作层(A 层)0~7 cm, pH 6.0, 灰棕色, 壤质黏土, 小块状结构; 心土层(B 层)7~40 cm, pH 5.5, 黄色, 轻黏土, 块状结构; 母质层(C 层)40~60 cm, pH 5.3, 黄色, 轻黏土, 碎块状结构, 夹半风化砂页岩碎块。剖面 2 砂页岩风化物, 黄砂泥土。A 层 0~17 cm, pH 5.7, 灰黄色, 中壤土, 小块状结构; B 层 17~65

cm, pH 5.2, 黄色, 重壤土, 块状结构; C 层 65~90 cm, pH 5.0, 黄色, 轻黏土, 碎块状结构, 夹半风化砂页岩碎块。剖面 3 石灰岩风化物母质, 石灰土(岩旮晃土)。A 层 0~21 cm, pH 7.6, 暗灰黄色, 重黏土, 块状及核粒状结构; C 层 21~40 cm, pH 7.8, 黄色, 重黏土, 块状结构。剖面 4 母质为石灰岩风化物, 土壤类型为石灰土(大泥土)。A 层 0~15 cm, pH 7.7, 暗灰黄色, 中黏土, 块状、核粒状结构; B 层 15~35 cm, pH 7.8, 灰黄色, 中黏土, 块状结构; C 层 35~50 cm, pH 8.1, 黄色, 轻黏土, 块状结构。剖面 5 母质为砂页岩残积物和石灰岩风化坡积物的混合物, 土壤类型为石灰土(大黄泥土)。A 层 0~15 cm, pH 7.8, 暗灰黄色, 壤质黏土, 块状、粒状结构; B 层 15~55 cm, pH 7.6, 灰黄色, 轻黏土, 块状结构; C 层 55~85 cm, pH 7.2, 黄色, 壤质黏土, 块状结构。剖面 6 石灰岩风化物, 淹育型水稻土(大泥田)。A 层 0~15 cm, pH 7.5, 灰黄色, 可见锈纹锈斑, 重壤土, 块状结构; 犁底层(P 层)17~25 cm, pH 7.8, 暗灰黄色, 可见锈纹锈斑, 轻黏土, 块状结构; C 层 25~80 cm, pH 7.9, 黄色, 轻黏土, 碎块状结构, 夹石灰岩碎块。

上述土壤剖面特征显示, 石灰土土层浅薄, pH 较高, 质地黏重, 土被不连片; 而黄壤土层比较深厚, 土壤呈强酸性反应, 质地轻黏, 土被较连片。

1.2 项目区土壤主要理化性质及微生物特征 根据地形部位和土地利用方式, 对项目区进行均匀的布点, 采集土壤样品。在土壤表层(0~20 cm)采集土壤混合样, 共计 18 个。其中, 人为土壤样品 14 个, 包括 8 个旱地土壤样品、1 个园地土壤样品、3 个水稻土样品、2 个花椒林地土壤样品。自然土壤样品 4 个, 包括 1 个林地土壤样品、3 个荒草地土壤样品。

1.2.1 项目区土壤理化性质。经过室内样品处理测定, 得出项目区土壤有机质含量为 2.670%, 全 N 含量为 0.094%~0.326%, 全 P 含量为 0.018%~0.047%, 全 K 含量为 1.087%~2.114%。贵州石灰土类耕作层农化分析统计结果表明, 平均有机质含量为 3.436%, 全 N 含量为 0.188%, 全 P 含量为 0.074%, 全 K 含量为 1.648%。项目区耕作表层土壤有机质和全 P 含量偏低。按国际制土壤质地分类标准, 项目区土壤主要为壤质黏土和黏土。

在 18 个样品中耕作表层土壤 pH 在 5.62~7.83 之间, 且大部分有石灰反应。由于人为耕作的关系, 人为土壤中的

作者简介 汪雪莎(1980-), 女, 贵州贵阳人, 工程师, 从事土地治理方面的研究。

收稿日期 2013-11-05

有机质含量比自然土相对较低,有机质平均含量为 24.28 g/kg,而自然土有机质平均含量为 36.29 g/kg。水稻土由于植稻淹水的特殊环境长期处于嫌气状态,有利于有机质的积累。但是,项目区水田为望天田,灌溉条件差,水田长期处于闲置状态,因此有机质、全 N 含量并不算高。花椒林地的有机质含量在人为耕作土中相对较高,是由于花椒生长期枯枝落叶增加了土壤中腐殖质的含量。另外,在样品的处理过程中很难彻底清除土壤中的花椒根系,因此花椒林地土壤有机质含量相对较高。

1.2.2 项目区土壤微生物。由于种植方式的不同,土壤微生物也会有所不同。有些学者对花椒林地、花椒绿肥地以及耕地土壤中的微生物数量进行分析,发现不同土地利用方式下土壤细菌、真菌、放线菌数量的差异较明显,微生物数量具体表现为花椒绿肥地 > 花椒地 > 耕地。

由表 1 可知,花椒地和花椒绿肥套种地土壤微生物总数分别为耕地的 2 162、3 123 倍,其中花椒地土壤细菌、真菌、放线菌数量分别为耕地的 2 163、1 179、2 127 倍,花椒绿肥套种地土壤细菌、真菌、放线菌数量分别为耕地的 3 125、1 195、2 165 倍,土壤微生物数量的增加程度表现为细菌 > 放线菌 > 真菌^[1]。

表 1 项目区不同利用方式下土壤微生物区系特征

土地利用方式	细菌	真菌	放线菌	微生物总数
花椒地	2 028.71	33.41	36.43	2 098.55
花椒绿肥地	2 248.83	41.16	40.26	2 330.25
耕地	844.49	10.82	12.55	867.86

2 项目区土壤主要障碍因素

项目区土地利用类型以农业用地为主。针对喀斯特区域的特殊性,并结合项目区的实际情况,找出项目区土地利用的障碍因素,并对其进行分析,为制定调控对策提供基础依据。

2.1 成土慢,土层薄,土被不连续 项目区处于贵州喀斯特地区,因此具有喀斯特区域的特点,即成土慢,土层薄,土被不连续。这主要是由于碳酸盐岩的主要成分是 CaCO_3 和 MgCO_3 等易溶物质,在喀斯特作用过程中易淋溶流失,风化溶滤残留下来的酸不溶物质通常只占 1%~5%。十分缓慢的成土速度又导致土层薄的“先天性”缺陷。据资料显示,贵州大部分喀斯特地区土层厚度多在 30 cm 以下。成土慢的这一特性还表现在石灰土的形成深受母质的影响。它在湿热的环境条件下极易进行溶蚀风化。新的风化物、崩解碎片以及含有碳酸盐的地表水源源源不断地进入土体中,延缓了土壤中盐基成分的淋失和脱硅富铝化的进行,使得石灰土一直处于幼年阶段。由于碳酸盐岩差异溶蚀的结果(构造裂隙、水对岩石选择性溶蚀的共同作用),风化土层更不易保存,造成项目区岩石出露较多,土被不连续^[2],使得耕作区域不成片,在耕地、林地、草地中分布有大量的零星裸岩石砾地。

有效土层厚度是构成土地质量的一项重要土地性质。

在理想状况下,玉米的扎根深度即所要求的土层厚度不应小于 100 cm。土层薄将直接影响农作物和植物根系的生长。这是导致当地农作物产量较低、农用地收益水平低的原因之一。

2.2 水土流失严重,石漠化明显 从整体上来看,贵州岩溶环境的分异特征和阶梯格局、岩石组成结构、地貌生境特征、水热气候条件、土壤类型分布、水文地质条件及植被生态群落等方面均存在明显的差异。由于山高坡陡,切割剧烈,岩层风化成土速度极慢,风化层浅薄,一旦遭到侵蚀即难恢复,构成该地区环境脆弱性的一个重要特征^[3]。另外,贵州喀斯特地区土壤类型复杂,以安顺、黔西南地区为主的石旮旯土地的分布量较大,石芽出露率较高。贵州特有的岩溶环境、大量存有的石旮旯地都是导致贵州水土流失的重要自然因素,也是阻碍农业生产和发展的关键因素。

项目区内土壤以石灰土为主。由于石灰岩地区土岩界面不存在过渡结构(土层常缺乏 C 层过渡层),即母岩与土壤通常存在明显的软硬界面,使得土壤与母岩之间的亲和力与黏着力差,一遇暴雨则极易产生水土流失和块体滑移。其次,在湿热的气候条件下,强烈的化学淋溶作用使得风化物中较高的黏粒发生垂直下移,形成上松下黏。这又造成一个不同物理性质的界面,易产生水土流失。另外,土壤与母岩界面是一化学侵蚀面。当降雨渗透到岩石表面时,本身也产生化学侵蚀作用。在自然状态(无人干扰)下,由于土壤水的渗透能力很强,地表径流常不足以在地表产生土壤侵蚀,化学侵蚀常占主导地位。喀斯特环境土壤与母岩间和土壤内部上、下层间存在的这 2 种质态不同的界面,不仅加剧水土流失,而且对生态环境的敏感性和脆弱性起促进的作用^[2]。

据关岭县综合农业区划统计,关岭县历年平均侵蚀模数为 $6\ 103\ \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{年})$,每年水土流失量为 $2.5 \times 10^6\ \text{t}$,相当于 $1\ 133.33\ \text{hm}^2$ 农耕地的耕作层。在水土流失分布图中,板贵乡一带属于强度流失地区。水土流失必定会带来土壤肥力下降、土壤厚度降低、生态环境脆弱等一系列的生态环境问题,从而影响项目区土地利用效益。

2.3 生境干旱,生物多样性单一 项目区处于干热河谷地带,易形成焚风效应。当气流经过山脉时,沿迎风坡上升冷却,在所含水汽达饱和之前按干绝热过程降温,达饱和后按湿绝热直减率降温,并因发生降水而减少水分含量。过山后空气沿背风坡下沉,按干绝热直减率增温,故气流过山后温度比山前同高度上的温度高得多,湿度也明显减少。因此,项目区空气干燥,很难形成降雨,造成项目区生境干旱。

石灰土在项目区分布广泛,因其结构表层疏松,又加快水分的下渗。同时,由于与大气交换通畅,蒸发也较非喀斯特地区的黄壤、红壤等酸性土壤强,土温极易升高。另外,石灰土往往是土石相间的石旮旯土。在阳光照射下,石灰岩日间吸热,造成对土壤的“烘烤”,更加剧土壤中水分的蒸发^[3]。

项目区生境干旱,对农作物生长极其不利,因此只能种植一些耐干旱的农作物,使得该区域农作物品种单一。项目

区内灌溉水田全部为望天田。由于生境干旱,无水源灌溉,常被荒废搁置,影响土地利用的经济效益。

2.4 项目区土壤生态环境对生物多样性的限制 由于项目区属于喀斯特地区,岩溶地区风化壳多数富含钙质,在适生选择作用下发育起喜钙群落,使得许多喜酸、喜湿、喜肥的植物在这里难以生长。加之该区域地处干热河谷地带,空气干燥,气温较高,生境缺水。在这种特定的生态环境下,只有那些明显表现出抗旱性、依钙性、石生性的植被种类才能紧紧依附在岩石上进行生长,才能从土层薄、含钙量高、易干旱的石灰土上吸取营养生长发育。如,有一些叶小而硬,角质层厚;有的为硬叶有刺藤本,具有抗蒸腾耐旱生理功能;另有一些植物茎或叶肉质肥厚,具有贮水抗旱能力。这些特点使得项目区木本植物中灌木的种类和数量较多,草本植物大多为根茎草本,呈单生或丛生,匍匐草本很少。这些植被的成长速度极为缓慢,按照实地测量,至少需要30年的时间,一株柏木幼苗的胸径才能生长到10 cm以上。项目区生物种群结构较单一,群落的自我控制能力较差,生态系统正向发展的速度较慢,且由于其自身条件,生态系统的发展有负向发展的趋势。生态环境脆弱,限制了生物多样性的恢复。

3 项目区土壤利用改良途径

土地整理是对土壤利用改良的一种有效途径。土地整理的内容主要是通过五大工程(农田防护与生态环境保持工程、灌溉与排水工程、土地平整工程、田间道路工程、其他工程)的实施对农村土地进行田、水、路、林、村的综合整治,从而提高耕地质量,提升耕地抗灾能力,提高农业生产设施等级,改善区域生态环境。因此,针对项目区的土壤、地理环境、经济条件等实际情况,提出以下改良土壤的建议。

3.1 加强土地平整工程,恢复和增加区域生物多样性 根据项目区的实际情况进行土地平整,在提高土地集约利用的同时注重生态环境的保护。合理归并田坎,在减少田坎系数的同时,要避免大面积的平整土地,注重构建镶嵌式的可持续发展型农区景观格局,维持农地整理区适度的地块破碎性,以避免同一地类的大面积连片性。这对于维护农区生态系统多样性(农区景观多样性)和农区生态系统的稳定性是非常重要的^[4]。田坎用土石砌成,便于昆虫及小型动物打洞做巢,也有利于植物的传粉、传种,起到增加项目区生物多样性的作用。

3.2 加强灌溉排水工程建设,为恢复生物多样性奠定基础 降水量少,降水季节和月份分布不均,使得水资源匮乏成为该区域土壤利用的障碍因素之一,因此如何合理利用水资源,解决好项目区用水问题便显得尤为重要。这也是提高粮食产量、增加农民收入、恢复生物多样性的关键问题。合理地规划设计蓄水池的布设点,并根据降雨量、径流量来确定蓄水池的布设个数。在降水汇流的坡面或低凹处或田间道路旁的汇水处,应布设蓄水池,利用自然降水径流汇至蓄水地点。同时,对蓄水池添加盖板。这是为了防止蓄水池中水的蒸发,又可以防止水被污染,从而保证项目区农作物和人、畜的饮水问题,为恢复生物多样性奠定基础。在布设盖

板的同时,合理设计盖板的形状,便于铺盖土壤,种植植物。这样不仅对项目区景观有所美化,提高了植被覆盖面积,而且增加了生物多样性。

排水沟布设要与蓄水池或天然排水道相连,呈纵向布置,用以排除水沟内的积水及坡面径流,同时在灌溉季节满足灌溉需要。纵向灌溉排水沟沿下山路布设。排水沟设计为倒梯形,边坡设计为缓坡。缓坡可以尽量避免水位的落差过大,从而大大降低排水对沟渠的冲击力度,减缓不良的生态影响。在情况允许下,以复式断面在沟渠铺设弯曲的小渠道,以容纳低水位时的流量,可供低水位时动植物栖息。沟内不需要用水泥抹面,减少干旱季节沟内水分的蒸发量,对土壤中的微生物、在水中产卵的昆虫起保护的作用。在排水沟周边规划种植矮小灌木,布置生物植栽。受太阳光的影响矮小灌木可为排水沟提供阴影,减缓沟渠水温的变换,为动植物的生存提供有利环境。

3.3 合理配置田间道路,防止破坏生物多样性 一般的土地整理工程中都强调道路的使用寿命。生产道路多为混泥土铺面。这样不但限制了土壤中微生物的变化,而且妨碍了土壤孔隙的正常呼吸及内部的物质交换,阻碍了植物的正常生长,更不要说为微、小型动物提供栖息之地。

在田间道路布设的时候,使用土石材料铺面,在生产道路两旁布设排水沟。在沟边种植牧草,不仅可以美化环境,而且可以为畜牧养殖提供保障。另外,还能对一些小动物提供栖息的场所。

3.4 加强水土保持,防止水土流失,恢复生物多样性 根据水土保持的“防治并重,治管结合,因地制宜,全面规划,综合治理,除害兴利”工作方针,从宏观战略目标和当前经济利益出发,树立以短养长、长短结合、先易后难、全面规划、综合治理的观点,切实保护林业资源,增加森林、草被覆盖率。

对于坡度为 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 的旱坡耕地,应大力推广生物梯化技术,即沿等高线种植植物篱笆(生物篱)。在生物篱之间,采用横坡等高种植、水平沟种植、地膜覆盖等水土保持措施种植粮食或经济作物、牧草,建立农林(果)、农牧复合生态系统。通过生物篱阻拦水土流失,收割树叶或秸秆还田,修剪树枝做薪柴,既可增加耕地的有机质,又可解决农村部分燃料问题。同时,通过自然力、耕作等作用逐渐将坡地变成梯土^[5]。

另外,要尽量实行粮粮套种、粮树套种、烟粮轮种等多种模式,始终保持一年四季土地上有植被覆盖。特别是在春、夏、秋三季,保持土地上作物的种植,有助于减少土壤中水分的蒸发,增加土壤的保水能力。通过这些方法,达到防止水土流失和恢复生物多样性的目的。

3.5 合理利用土壤资源,加强集约化经营,恢复和提高土壤生物多样性 项目区土壤以石灰土为主,耕作层有机质含量较少,速效磷含量较低,土质属黏性,土壤pH相对较高,土层结构不宜耕。对于提高土壤肥力、改良土壤利用效能、发挥土壤内所含养分,增施有机肥料无疑是一个重要措施。在耕种过程中,农户应在合理的时期进行翻耕、镇压、松土等。

在项目区种植花椒和李子、桃子等结果林时是单一纯种种植,形成单一的纯种林。从长远看来,这是非常不利的,使得土地利用集约程度不高,易导致土壤退化。将林草种植模式结合在一起,不仅能有效地恢复植被,而且能有效地防止雨滴直接溅蚀地面,分散、减缓地表径流,提高水资源的利用率。由于草类的生长周期较短,且根系发达,对提高土壤有机质含量有着不可忽视的贡献。同时,草类植物还可以喂牲畜,提高利用价值,使得土壤资源得到合理的利用,集约化经营强度高,为提高该区域生物多样性起积极的作用。

(上接第 13527 页)

参考文献

- [1] 罗海波,宋光煜,何腾兵,等. 贵州喀斯特石漠化治理过程中土壤质量特性的研究[J]. 水土保持学报,2004,18(6):30-32.
- [2] 龙建. 贵州喀斯特地区土壤障碍因素分析及其调控对策[J]. 土壤通报,2005,30(5):795-798.
- [3] 何腾兵. 贵州喀斯特山区水土流失状况及生态农业建设途径探讨[J]. 水土保持学报,2000,14(5):28-34.
- [4] 杨子生,贺一梅. 云南农地整理中的生态环境与生物多样性保护[M]//倪绍祥. 中国土地资源态势与持续利用研究. 昆明:云南科技出版社,2004:587-590.
- [5] 何腾兵,谢德蕴. 贵州旱坡地水土流失状况及其整治[J]. 贵州大学学报,2002,21(4):280-286.

16 优于泰农 18 也说明这一点。

表 1 不同种植密度下各品种产量构成因素

品种 (系)	穗数//万穗/hm ²				穗粒数//个				千粒重//g			
	B1	B2	B3	平均	B1	B2	B3	平均	B1	B2	B3	平均
济宁 16	395.55	403.95	407.25	402.30	41.32	41.98	41.28	41.46	56.96	57.61	56.06	56.88
泰农 18	486.00	531.45	517.95	511.80	39.02	38.83	36.68	38.37	43.02	42.63	42.08	42.58
济麦 22	640.95	661.05	658.05	653.40	35.32	37.73	37.68	36.91	43.32	45.55	43.13	44.00

表 2 不同种植密度下不同类型小麦品种产量 kg/hm²

品种(系)	B1	B2	B3	平均
济宁 16	7 882.05	8 002.50	8 008.80	7 964.40
泰农 18	7 737.15	7 816.20	7 749.75	7 767.75
济麦 22	8 546.70	8 592.45	8 441.85	8 527.05

3 讨论

一个新品种要想充分发挥其高产潜力,延长其寿命及推广年限,一定要充分了解其特征特性,研究出其配套栽培技术,特别是在适宜区域明确其适宜种植密度在生产应用上具有重要的现实意义。济宁 16、济麦 22、泰农 18 是山东省小麦主推品种,也是济宁地区推广面积较大的 3 个品种,其中济麦 22 是全国推广面积最大的品种,其高产稳产广适等优点及其已经完善的配套栽培技术是其成为一个大品种的根本;济宁 16 在当地优质高产抗倒的表现,也是作为主推品种的主要原因;而泰农 18 的高产潜力使其在大部分地区,特别是在高肥水地力条件下更受欢迎。一个好品种及其配套栽培技术只有深入人心,才能得到生产上的认可及大面积推广应用,才能延长该品种的推广年限获得更高的经济效益。特别是优良新品种,要深入地对其栽培技术做系统地研究,制定出较为完善的配套栽培技术规程,为进一步推广应用提供有效的技术支撑。

从各产量构成因素及产量比较看出,对于大穗型品种济宁 16,保证一定的种植密度与较高的千粒重是实现高产的主要要素,所以在生产中要适当加大播量和在挑旗期与灌浆期加强田间管理,注意该品种氮肥后移及中后期的浇水管理;

对于中间型泰农 18,提高单位面积穗数是实现高产的主攻方向,该品种分蘖力一般,而种植密度过大时,早期分蘖争光竞争能也会影响有效穗数的形成,所以该品种在生产中要根据地力与播期确定其播量,对该品种进行一个不同地力及播期的试验是很有必要的,得出的结果更能为该品种的推广提供有力的技术支撑;对于多穗型济麦 22,增加单位面积穗数与穗粒数是获得高产的主要因素,在生产中,农民已经对该品种及配套栽培技术有了深入的认识,适当减少播量、宽幅播种、划锄保墒、氮肥后移等栽培技术都有效促进了该品种的高产生产与推广。

参考文献

- [1] 王萍,陶丹,宋海星,等. 品种、播期和密度对冬小麦生育期和产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报,1999,30(6):602-605.
- [2] 王之杰,郭天财,王化岑,等. 种植密度对超高产小麦生育后期光合特性及产量的影响[J]. 麦类作物学报,2001,21(3):64-67.
- [3] 王志芬. 山东省不同穗型超高产小麦产量构成因素分析与选择思路[J]. 山东农业科学,2001(4):6-9.
- [4] 杨世民,廖尔华,袁继超,等. 玉米密度与产量构成因素关系的研究[J]. 四川农业大学学报,2000(4):322-324.
- [5] 李金才. 品种和播种密度对小麦灌浆特性及产量影响的研究[J]. 安徽农业大学学报,1996,23(4):16-20.
- [6] 陈利平,陈绍文,李彦,等. 栽培密度对春小麦分蘖利用和产量影响的研究[J]. 内蒙古农业科学,1994(1):5-7.
- [7] 于振文,岳寿松,沈成国,等. 不同密度对冬小麦开花后叶片衰老和粒重的影响[J]. 作物学报,1995,21(4):412-418.
- [8] 季书勤,赵淑章,吕凤莱,等. 多穗型小麦品种公顷产 9000kg 主要技术指标及关键技术[J]. 麦类作物学报,2001,21(1):55-59.
- [9] 郭天财,王书丽,王晨阳,等. 种植密度对不同筋力型小麦品种荧光动力学及产量的影响[J]. 麦类作物学报,2005,25(3):64-66.
- [10] 王之杰,郭天财,王化岑,等. 种植密度对超高产小麦生育后期光合特性及产量的影响[J]. 麦类作物学报,2001,21(3):64-67.