

PASTURE TILLAGE SYSTEM

# 草田耕作制度

师尚礼 祁娟 曹文侠/编著



科学出版社

# 草田耕作制度

师尚礼 祁 娟 曹文侠 编著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

草田耕作制度在我国民间应用历史悠久,但研究少而粗浅,缺乏系统性研究与归纳总结。基于此,编者利用多年搜集的大量国内外有关草田耕作制度方面的文献和案例资料,结合自己的研究完成了本书的编写。全书共9章,内容包括草在农业可持续发展中的作用、实施草田耕作制度的意义、草田耕作制度的主要内容,草田耕作制度及其发展,草田耕作制度的基本理论与应用,草田轮作的理论与技术,草田间作、套作与复种,牧草混作,我国不同气候区草田耕作的主要模式,主栽牧草适宜耕作制度及林草复合系统等。

本书可供从事草业、畜牧业、草地农业、土壤生态及土地管理、环境保护等方面的科技人员、大专院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

草田耕作制度 / 师尚礼, 祁娟, 曹文侠编著. —北京: 科学出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-03-043622-1

I. ①草… II. ①师… ②祁… ③曹… III. ①草地-耕作制度  
IV. ①S812

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 045631 号

责任编辑: 李秀伟 白 雪 / 责任校对: 郑金红  
责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 北京铭轩堂广告设计有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015年4月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015年4月第一次印刷 印张: 16 1/8

字数: 368 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

“如何造物开天地，到此令人放牛马”。人类起源于林缘草地，人与草、人与草地形影相随，同步发展，结下了不解之缘。

追溯历史，我国草田耕作制度的出现及演变，可谓其路漫漫，曲折发展，这种演变也是人类文明与草地关系辩证发展的过程。针对这一演变过程，任继周院士总结了我国从距今 8000 年伏羲时代的狩猎与游牧开始，历经秦汉以来 2000 多年“垦草殖谷曰农”，到 20 世纪后半叶以粮为纲的“耕地农业”，再到世纪之交倡导向现代草地农业的回归与转型，提出我国草地农业的发展经历了正（肯定）—反（否定）—合（肯定）三个阶段：“正”，即在我国伏羲时代，人类依赖草地而取得自身发展，随着农业的萌芽，进一步发展为种植牧草和饲养家畜以取得生活资料，这一时期是人类与自然、人类与草地和谐发展的时期；“反”，指在我国的神农时代，以剥夺草地、林地代为代价，如《商君书》强调“为国之数，务在垦草”。当时“垦荒”即“垦草”，开垦草地、林地为农田，这是过去把草地作为荒地的历史根源；“合”，即到了现代，随着经济和文明的发展，我国在付出了巨大的代价和吸取了沉痛的教训后，认识到破坏草地生态系统的严重危害，以及承认草地对人类的可持续发展具有不可忽视、不可替代的重要作用，开始合理利用和保护草地，草地发挥了可观的社会效益、生态效益和经济效益。

“藏粮于草”、“藏粮于地”，引草入田，用地与养地结合，畜牧生产与作物生产结合。通过草田农作制度和耕作制度的改革，调整以往缺草少林的结构缺损系统为农草林协调发展的结构完备系统是我们的追求。

本书编写得到了国家现代牧草产业技术体系和许多草学专家的大力支持，他们为本书提供了大量的草田耕作制度模式信息和相关图片，在此表示诚挚的感谢！

尽管编著者做了较大努力，且得到许多专家的指导，但文献浩繁，且受水平所限，错误在所难免，恳望批评指正。

师尚礼

2014 年 11 月 30 日于兰州

# 目 录

## 前言

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 绪论                    | 1  |
| 第一节 草在农业可持续发展中的作用         | 1  |
| 一、草进入农业生态系统的可行性           | 1  |
| 二、草与种植业结构                 | 2  |
| 第二节 实施草田耕作制度的意义           | 3  |
| 一、草田耕作制度与粮食安全             | 4  |
| 二、草田耕作制度与畜牧业              | 5  |
| 第三节 草田耕作制度的主要内容           | 6  |
| 一、耕作制度的主要类型及特点            | 6  |
| 二、草田耕作制度的主要内容与形式          | 7  |
| 第二章 农业耕作制度及其发展            | 9  |
| 第一节 农业耕作制度的含义及功能          | 9  |
| 一、农业耕作制度的含义               | 9  |
| 二、农业耕作制度的主要功能             | 11 |
| 三、常见农业耕作制度模式              | 12 |
| 第二节 农业耕作制度的特点与发展          | 14 |
| 一、国外农业耕作制度的发展             | 14 |
| 二、国内农业耕作制度的发展             | 16 |
| 第三节 农业耕作制度区划与设计           | 17 |
| 一、农业生产的特点和基本环节            | 17 |
| 二、制约植物性生产高产稳产的因素          | 18 |
| 三、农业耕作制度的建立与区划            | 19 |
| 第四节 农作制度的产生及其发展           | 23 |
| 一、农作制度发展历史                | 23 |
| 二、我国农作制度的萌芽与发展            | 26 |
| 三、农作制度的发展趋势               | 28 |
| 四、合理农作制度的建立——草地农业生态系统及其平衡 | 31 |
| 第三章 草田耕作制度及其发展            | 34 |
| 第一节 我国草田耕作制度及其发展          | 34 |
| 一、我国古代草田耕作制度的出现及其演变       | 34 |
| 二、我国当代草田耕作制度及其发展          | 36 |
| 第二节 国际草田耕作制度的发展           | 39 |
| 一、国际草田耕作制度的发展             | 39 |
| 二、国际草田耕作制度模式的研究           | 42 |
| 第三节 草田耕作制度应用的原则           | 43 |
| 一、因地制宜的原则                 | 44 |



|                         |    |
|-------------------------|----|
| 二、避害就利和妥善安排的原则          | 45 |
| 三、紧密配合其他措施的原则           | 45 |
| 第四章 草田轮作的理论与技术          | 46 |
| 第一节 草田轮作的原理及其优越性        | 46 |
| 一、草田轮作概念                | 46 |
| 二、草田轮作的原理与优越性           | 47 |
| 三、草田轮作效益                | 51 |
| 第二节 连作障碍                | 51 |
| 一、连作障碍的主要因素及机制          | 52 |
| 二、连作障碍的消除措施             | 54 |
| 第三节 草田轮作计划的制定           | 56 |
| 一、草田轮作计划的设计原则           | 56 |
| 二、草田轮作计划的设计方法           | 57 |
| 三、牧草轮作设计应注意的问题          | 59 |
| 四、草田轮作制度中饲草饲料供应体系的建立    | 59 |
| 第四节 国外草田轮作的主要形式         | 61 |
| 一、美国草田轮作的主要形式           | 61 |
| 二、澳大利亚草田轮作的主要形式         | 63 |
| 三、其他国家草田轮作的主要形式         | 64 |
| 第五节 我国草田轮作的主要形式与典型模式    | 65 |
| 一、我国草田轮作的主要形式           | 65 |
| 二、我国牧草轮作的典型模式           | 67 |
| 第六节 牧草与作物在轮作中的顺序安排与茬口应用 | 71 |
| 一、多年生豆科牧草               | 72 |
| 二、多年生禾本科牧草              | 72 |
| 三、一年生豆类作物或牧草            | 72 |
| 四、一、二年生禾谷类作物及牧草         | 73 |
| 五、绿肥作物                  | 73 |
| 六、块根、块茎及瓜类等作物           | 74 |
| 七、杂类牧草                  | 74 |
| 八、水稻                    | 74 |
| 九、油料作物                  | 74 |
| 十、棉麻类作物                 | 75 |
| 第七节 我国草田轮作存在的问题与发展趋势    | 75 |
| 一、我国草田轮作存在的主要问题         | 75 |
| 二、完善我国北方地区苜蓿轮作制的措施      | 76 |
| 三、完善我国南方地区黑麦草轮作制的措施     | 78 |
| 四、我国草田轮作制度的发展趋势         | 79 |
| 第八节 牧草轮作模式与技术案例         | 82 |
| 一、几种典型牧草轮作模式            | 82 |
| 二、基于牧草轮作的几种典型“种草养畜”模式   | 83 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 第五章 草田间作、套作与复种                                      | 85  |
| 第一节 草田间作、套作与复种的概念                                   | 85  |
| 一、间作                                                | 85  |
| 二、套作                                                | 86  |
| 三、复种                                                | 86  |
| 第二节 间作与套作模式                                         | 86  |
| 一、国外间作与套作模式                                         | 87  |
| 二、国内间作与套作模式                                         | 87  |
| 第三节 间作与套作的增产原理                                      | 89  |
| 一、空间上的互补                                            | 90  |
| 二、时间上的互补                                            | 90  |
| 三、地下养分、水分的互补                                        | 91  |
| 四、生物间的互补                                            | 91  |
| 第四节 间作与套作技术                                         | 92  |
| 一、植物种类的选择和品种的合理搭配                                   | 92  |
| 二、播种期的选择                                            | 94  |
| 三、适宜的搭配方式和搭配比例                                      | 94  |
| 四、行比与行向                                             | 95  |
| 五、管理上要兼顾主栽植物与间作植物                                   | 95  |
| 六、建立合理的田间复合群体结构                                     | 95  |
| 七、因地制宜,采取相应的栽培措施和配套的机械工艺                            | 96  |
| 第五节 间作与套作的增产效应                                      | 96  |
| 一、间作、套种提高光合效率                                       | 96  |
| 二、间作、套作改善土壤结构及肥力因素                                  | 97  |
| 三、间作、套作提高土壤微生物活性                                    | 97  |
| 四、间作、套作的产量与质量互补效应                                   | 97  |
| 五、间作、套作群体地温的时空变化                                    | 98  |
| 六、间作、套作群体土壤含水量的时空变化                                 | 98  |
| 七、间作、套作群体的抗虫性                                       | 98  |
| 第六节 草田间作模式案例                                        | 99  |
| 一、苜蓿田夏季套种饲用玉米(苏丹草)(适宜淮河以北地区)                        | 99  |
| 二、冬牧 70 黑麦与俄罗斯饲料菜(或鲁梅克斯 K-1 杂交酸模)、苏丹草间作模式(适宜淮河以北地区) | 100 |
| 三、稻闲田油菜与紫云英间作、套作(适宜华南地区)                            | 101 |
| 四、西北地区适宜的牧草与作物间作、套作种植模式                             | 102 |
| 第七节 复种                                              | 104 |
| 一、复种概念及对农牧业增产的作用                                    | 104 |
| 二、复种的条件                                             | 105 |
| 三、复种技术                                              | 105 |
| 四、主要复种模式案例(适用于西北地区)                                 | 106 |
| 第六章 牧草混作                                            | 108 |
| 第一节 牧草混作的意义及其优越性                                    | 108 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 一、混作概念                  | 108 |
| 二、混作意义                  | 109 |
| 三、禾本科与豆科牧草混作的优越性        | 109 |
| 第二节 草地混作研究              | 112 |
| 一、国外禾本科、豆科牧草混作草地发展历史与现状 | 112 |
| 二、国内禾本科、豆科牧草混作草地发展及其研究  | 115 |
| 第三节 牧草混作原理              | 120 |
| 一、牧草种间关系                | 120 |
| 二、形态学互补原理               | 120 |
| 三、生长发育特性互补原理            | 121 |
| 四、营养互补原理                | 121 |
| 五、生态学原理                 | 121 |
| 第四节 牧草混作的优势和劣势          | 121 |
| 一、牧草混作的优势               | 121 |
| 二、牧草混作的劣势               | 123 |
| 第五节 混作草地的建植             | 123 |
| 一、确定混作组合的原则             | 124 |
| 二、混作草地的建植技术             | 126 |
| 第六节 混作草地管理              | 131 |
| 一、施肥                    | 131 |
| 二、灌溉                    | 132 |
| 三、杂草防除                  | 132 |
| 四、虫害防治                  | 133 |
| 五、刈割和放牧                 | 133 |
| 第七节 几种主要牧草混作栽培案例        | 134 |
| 一、紫花苜蓿与无芒雀麦混作           | 134 |
| 二、羊草与草木樨混作              | 135 |
| 三、苜蓿与谷子间行混作             | 137 |
| 四、羊草与披碱草混作              | 138 |
| 五、豆科牧草与豆科牧草间带混作         | 139 |
| 第七章 我国不同气候区草田耕作主要模式     | 141 |
| 第一节 北方地区草田耕作主要模式        | 141 |
| 一、黄土高原草田耕作模式            | 141 |
| 二、北方草田耕作主要模式            | 148 |
| 第二节 南方地区草田耕作主要模式        | 153 |
| 一、南方实施草田耕作制度的意义         | 153 |
| 二、南方草田耕作主要模式            | 155 |
| 三、南方草地农业发展的思路           | 161 |
| 第三节 青藏高原地区草田耕作制度的建立     | 162 |
| 一、青藏高原地区建立草田耕作制度的科学价值   | 163 |
| 二、青藏高原地区建立草田耕作制度的生态价值   | 163 |
| 三、青藏高原地区建立草田耕作制度的社会价值   | 164 |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 四、青藏高原地区建立草田耕作制度的经济价值   | 165 |
| 第八章 主栽牧草适宜耕作制度          | 167 |
| 第一节 苜蓿与作物复合种植模式及其效应     | 167 |
| 一、苜蓿与作物轮作的效应            | 167 |
| 二、苜蓿与作物间作的效应            | 171 |
| 三、苜蓿与作物混作的效应            | 174 |
| 第二节 黑麦草与作物复合种植模式及其效应    | 176 |
| 一、国外黑麦草-水稻种植模式          | 177 |
| 二、国内黑麦草-水稻种植模式          | 177 |
| 三、黑麦草与其他牧草的混作模式         | 179 |
| 四、黑麦草与豆科牧草的混作技术         | 180 |
| 五、多花黑麦草与作物轮作技术          | 182 |
| 第三节 燕麦与作物复合种植模式及其效应     | 184 |
| 一、燕麦混作研究                | 185 |
| 二、燕麦的主要种植模式             | 186 |
| 三、燕麦+箭筈豌豆混作生产种植技术       | 192 |
| 第四节 光叶苕子与作物复合种植模式及其效益   | 193 |
| 一、光叶苕子的植物学特征及生物学特性      | 193 |
| 二、光叶苕子适宜种植区             | 193 |
| 三、光叶苕子的种植模式             | 193 |
| 四、光叶苕子种植模式的效益           | 195 |
| 第九章 林草复合系统              | 199 |
| 第一节 林草复合系统的概念及意义        | 199 |
| 一、林草复合系统的概念             | 199 |
| 二、建立林草复合系统的意义           | 199 |
| 第二节 建立林草复合系统的理论基础       | 201 |
| 第三节 林草复合系统的发展与研究现状      | 204 |
| 一、林草复合系统的发展             | 204 |
| 二、国内外林草复合系统的状况研究        | 205 |
| 三、林草复合生态系统的特征研究         | 207 |
| 第四节 林草间作                | 210 |
| 一、林草间作的相互影响             | 210 |
| 二、林草间作的生态效益             | 210 |
| 三、林草间作模式                | 212 |
| 四、林草间作的类型与技术            | 213 |
| 五、典型林草间作模式案例——杨树与紫花苜蓿间作 | 216 |
| 第五节 果园生草                | 217 |
| 一、果园生草的概念及意义            | 217 |
| 二、果园生草研究现状              | 218 |
| 三、果园生草技术                | 223 |
| 参考文献                    | 229 |

# 第一章 绪 论

## 第一节 草在农业可持续发展中的作用

我国农业现代化发展正面临着严峻的人口、资源、环境及食品安全等一系列问题，这些问题严重制约着我国农业的可持续发展。纵观英、美、法、澳、荷等发达国家的农业发展历程，均通过大量种植豆科及优良牧草，在利用优良牧草大力发展草食畜牧业的同时进行土地改良，提高土壤肥力，进而促进农业更快的发展。借鉴国外成功的经验，以畜牧业为突破口，建立以农养牧、以牧促农、农牧结合的新型草地农业生产体系。种植业和畜牧业有机结合与协调发展是实现我国农业可持续发展的的重要途径。

众所周知，畜牧业发展的基础是牧草饲料的生产，虽然粮食可作为饲料利用，但对于畜牧业生产中的重要对象——草食动物来说，牧草具有不可替代的作用。

我国农业结构调整中实行“粮-经-饲”三元种植结构，将牧草引入农业种植制度中，牧草与粮食和经济作物生产有机结合起来，种植业与畜牧业有机结合起来，用地与养地有机结合，实行耕作制度改革，有力地推动了农业及草地畜牧业的可持续发展。由此看来，草进入农业生态系统是历史的必然。

### 一、草进入农业生态系统的可行性

在我国传统意识中，草多以负面形象示人，如“草民”、“草根”、“草菅人命”等。人们常认为“辟土殖谷曰农”，重视作物生产而忽视动物生产，草被认为与农作物争地、争水及争肥，在农田中常被人们当作杂草而清除。重粮轻草的传统思想延续了数千年，并逐渐强化为独特的耕地农业。重农轻草观念导致人们无法认识草的真正内涵，因而草的重要性一直未能得以充分发挥。

随着社会经济及人类思想观念的不断进步与发展，人们对动物产品（肉、蛋、奶等）的需求比重不断升高，草在现代大农业、在国家社会经济发展全局中的重要地位逐步凸显，草的特殊功能日益被社会各界所共识。

为了促进种植业和畜牧业的可持续发展，就必须把牧草饲料生产作为一个长期发展战略摆上应有的位置，建立及发展粮-经-饲三元种植结构。但仅仅建立三元结构农业还不够，还要继续在发展中逐渐扩展与完善三元结构的内涵，把牧草种植纳入饲料生产，把开辟优良蛋白质资源作为饲料生产的重要内容，缓解家畜目前面临的“蛋白质饥饿”问题，保证家畜健康生长，为人们提供优质肉、蛋、奶产品。把牧草纳入传统种植制度中来，同时可以促进种植制度改革，推动畜牧业的发展，增加农牧民收入，形成新的高产、优质、高效种植模式。

牧草种植业已经成为许多发达国家国民经济中的支柱产业之一，欧美等国家畜牧业

产值均占农业总产值的 60% 以上, 饲草和饲料作物面积占全部耕地的 50%~60%。优质高产牧草及饲料作物的广泛种植与利用是农业发展到一定阶段的必然结果。在我国, 由于畜禽结构不尽合理, 约 60% 的粮食用作饲料, 人畜争粮的矛盾日益突出, 为解决这一阻碍畜牧业发展的问题, 国务院在 2000 年审时度势地提出了加强农业生产结构调整, 退耕还林还草, 大力发展草食畜禽业, 生产优质畜禽产品, 满足国内、国际市场需求的战略。

## 二、草与种植业结构

世界上一些农业发达国家都非常重视农业产业结构的调整。从世界农业发展的总趋势来看, 建立合理有效的农业结构的标志之一是种植业与养殖业协调高效发展。如美、法、德等国养殖业占农业总产值均在 50% 以上, 新西兰占 70% 以上。在土地利用上, 许多国家的人工草地和饲料地占草地总面积的 15% 以上, 有些国家甚至超过耕地面积, 这说明牧草和饲料作物在种植业结构调整中占据十分重要的位置。

### (一) 我国传统农业中的“二元”种植结构

种植业结构是指种植业内各种作物的比例关系, 它是整个农业生产的基础, 建立科学而又经济的种植业结构一直是人类不断寻求的目标。

我国农业生产发展历史悠久, 曾创造了举世闻名的中华农业文明。自秦汉以来, 农业生产逐渐演化为以粮食生产为主的生产体系。明清以后, 由于人口的快速增长, 对粮食的大量需求, 并受“重农轻牧”思想的影响, 种植业始终占主导地位, 长期以来主要实行以粮食作物和经济作物为主的“二元”结构种植模式。建国后, 虽然国内一些地区试行苏联草田轮作制, 进行饲草饲料与作物轮作种植的研究和生产实践, 但始终未能形成大规模、持续性推广应用的局面。除牧区外, 畜牧业生产在广大农区仍处于被动地位, 这种趋势加剧了种植业与畜牧业的不平衡状态。

直到改革开放以后, 在农业生产关系改变和农村经济发展的新形势下, 受市场经济带动, 人们开始自发地进行种草养畜。如在我国南方部分地区和甘肃、宁夏、内蒙古东部等以农为主的地区, 人们逐渐认识到种植饲草及饲料作物的重要性, 种草已初具规模, 并呈逐渐上升的趋势, 以草带动我国畜牧业的飞速发展。这个时期, 种植业“三元”结构模式已露雏形。

### (二) 种植业“三元”结构的内涵及其意义

种植业三元结构是指粮食作物-经济作物-饲料作物三者共同组成的种植模式, 种植业内部的各种作物也应有一定的比例关系。由于我国地域辽阔, 地理环境差异较大, 三元结构模式很难统一。因此, 应因地制宜地来确定其种植业结构模式及比例。这一种植结构中, 饲料作物不仅仅指玉米等传统的饲料作物, 还包括对当地自然气候、土壤条件等适应性比较强的优良牧草。

世界上一些农业发达国家和地区种植业结构中, 牧草和饲料作物均占相当大的比重。但长期以来, 我国一直沿袭着“粮食作物-经济作物”的二元结构种植模式。在这

种模式下,人畜共粮的种植结构不仅限制了粮食品质的提高,加剧了粮食的供需缺口,给粮食生产带来了压力,限制了粮食生产效益的提高,同时制约了草业和饲料产业的发展。实践也证明,二元种植结构已不适应现代农业生产发展的需要,甚至成为我国农业发展的障碍。这就要求调整种植结构,将饲草种植作为一个单独的产业来发展,发展“粮食作物-经济作物-饲料作物”三元种植结构。

1992 年国务院发表《我国中长期食物发展战略与对策》的报告,做出关于发展高产、优质、高效农业的决定,明确提出了“要将传统的粮食和经济作物的二元结构,逐步转变为粮食-经济作物-饲料作物的三元结构”。1993 年 2 月 9 日国务院第 220 次总理办公会议审议通过的《90 年代中国食物结构改革与发展纲要》重申了这个观点,并指出“使饲料作物形成相对的产业,走农业可持续发展道路”。2014 年,任继周院士联合 8 位科学家,向中央决策部门提交了“关于我国‘耕地农业’向‘粮草兼顾’结构转型的建议”,获得中共中央总书记、国家主席习近平,国务院副总理汪洋的重要批示。这些政策的出台,显示了国家改变以农作物为主的决心,主要目的是改善农业生产体系,丰富产业结构,增加畜牧业的比重和生产效率。在不影响粮食作物的前提下,鼓励及提高饲料作物种植,减缓粮食生产压力,改善人畜争粮的局面,从而形成新的、高效率的种植模式,提升经济效益。

种植业结构的调整是涉及当前粮食问题、食物结构改变及发展优质高效农业总体布局的一项举措,它将成为我国农业产业结构调整史上的一场深刻变革。随着种植业结构逐渐实现由传统粮食作物-经济作物二元结构向粮食作物-经济作物-牧草(饲料)三元结构过渡,草田耕作制度迅速在我国展开。任继周院士提出“藏粮于草”的设想,即建立草地农业系统,把草地和畜牧业加入以传统种植业为主的农业系统中,通过草田轮作,一部分农田用来种植牧草,既可提高粮食产量,又有多元化组分支持可持续发展的农业系统。

目前,生态农业建设在全国蓬勃发展,但尚未形成规模效益,其原因在于没有形成循环式生态产业链条。我国世界农业经济专家刘振邦研究员经过近 20 年的理论研究和实践探索,提出农业三元结构:人工牧草和饲料玉米、经济作物、粮食作物配套种植。它一改传统农业追求粮食、经济作物的二元结构粮食观,强调以追求蛋白质为主线从粮食作物、果蔬经济作物到饲料作物再到养殖三元结构整体粮食观,找到一条从有机生态肥到绿色食品、从生态饲料到绿色养殖,最终以食品工业为主导获取最高规模效益的道路。因此,种植业三元结构是我国农业生产发展到一定历史阶段符合客观规律的必然产物。

引草入田是现代农业的一个重要特征,它把养殖业与种植业通过草类植物有机地溶入农业生态大系统,使农作物生产、牧草种植和家畜饲养结合起来,达到畜产品和饲草的安全生产、家畜健康养殖,同时使大农业生态系统达到良性循环下的可持续发展。

## 第二节 实施草田耕作制度的意义

在我国过去常有两种极端的思想,一种是政府和农民都存在重农轻牧的错误思想,认为草地畜牧业是落后的生产,对优美肥沃的草地盲目地进行开垦,改种各种农作物,结果大面积草地被破坏,农作物也不能很好地生长,严重地影响了草地畜牧业的发展;

另一种是牧民只知道利用草地，放牧牲畜，只一味地向草地“索取”，不知道“回报”草地，不重视利用种植饲料作物或牧草进行补饲，来减缓草地的放牧压力，导致草地得不到恢复而发生严重退化。这两种偏向，前者重视种植业，后者重视畜牧业，种植业与畜牧业分离，其结果是畜牧业得不到很好的发展而逐渐衰落，种植业发展的可持续性也受到影响，农业生产生态环境恶化。要纠正以上两种偏向，应该学习国外关于草田耕作制度的先进经验，结合国内草田耕作制度的实际，适当地实行草田轮作，建立稳固的饲草饲料基地，充裕家畜的饲草饲料来源，提高草地生产力。

## 一、草田耕作制度与粮食安全

长期以来，我国农业生产都是以实现增产增收为主要目标的，因此普遍存在重用地轻养地的现象，多年长期单一种植一种作物，破坏了合理的轮作倒茬制度，致使农业土地肥力严重下降，土壤生态环境遭到严重破坏。为解决土壤贫瘠导致的减产，在农业生产过程中大量施用化肥，加剧土壤团粒结构的破坏，并致土壤养分过量累积，同时引发土壤及水体中氮素及磷素污染、农田  $\text{CO}_2$  排放量升高等重大环境问题。因而建立合理的种植制度显得愈发重要。

不同种植模式是土地合理利用的一种形式，反映了不同植物搭配形式、时空分布及特点。合理的种植模式不仅能充分利用土地资源、气候及光热资源，且能保持水土，提高土地生产力。因此，选择适宜的种植模式既是农业可持续发展的必然要求，也是保持可持续的农业生态环境的一项重要措施。

任继周院士通过长期的实践和研究发现，多年来单一的粮食生产系统是中国目前传统农业增长后劲不足、国家粮食安全难以保障的症结。他认为，对于现代化国家来说，粮食安全线应随着社会、人口的发展和人们的食物需求结构而浮动，按科学规律客观制定。“粮食安全”其本质上是“食物安全”。目前，我国粮食生产已基本能够满足人的口粮需求，如何解决粮食需求增加的问题，任继周院士积极倡导和推行“藏粮于草”，其实质就是实行草田轮作，把部分农田拿出来种植牧草，一旦需要粮食增产，只要做适当调整将部分草地改为粮田，粮食生产一年以内就能提高。实行草地农业的设想可以保持国家粮食安全线而又不失一定弹性，即建立草地农业系统，把草地和畜牧业加入以传统种植业为主的农业系统中。不仅把错误开垦的草地退出来，还要进一步将部分粮田改为草地，发展畜牧业，通过充足的肉、乳等畜产品的供给，解决食物安全的问题。

草田耕作制度是伴随着农业体系的建立与发展而产生的，之所以将其视为一种良好的耕作制度，是因为它是粮食安全生产的保障，有利于提高作物和牧草的产量和质量，减少病虫害和提高土壤肥力，是粮食作物、饲草饲料和经济作物安全生产的有效措施。同时草田耕作是持续性农业系统中的一个重要组成部分，尤其在水土流失、干旱、土壤瘠薄和寒冷地区，草田耕作能充分利用光、水、肥、气等环境资源，达到高效利用和环境保护的目的。草田耕作使用地和养地结合，实现由传统粮食作物-经济作物“二元”结构向粮食作物-经济作物-牧草（饲料）“三元”结构的转变。作物、牧草和家畜是农业生态系统的核心，草田耕作可使农业生态系统的核心元素有机结合，实现系统的高效平衡，故草田耕作制度也是我国生态环境保护的迫切要求，同时是我国发展高效畜牧业和



促进经济发展的重要内容。

为了更好地发挥草田耕作制度的优势,创造性地、巧妙地把它应用到农业实践中,一定要把草田耕作制度当作一种必需的农业技术来应用,当作提高作物生产量、保证作物质量、提高饲草供给量、增加畜产品的手段来运用。

## 二、草田耕作制度与畜牧业

畜牧业是建立在种植业基础上的第二性生产,根据饲草饲料的不同来源,大致可分为两大类:一是农区畜牧业,二是草地畜牧业。大多数地方的畜牧业发展与种植业关系极为密切,为了加快传统畜牧业向现代化畜牧业、自给半自给性生产向较大规模的商品性生产转变,改革耕作制度,已成为当前农牧业生产中一项重要课题。

### (一) 耕作制度改革是农业结构优化升级的必然选择

建立合理的耕作制度,是调节和管理农业生态系统,促进农业生产全面发展,加速实现农业现代化的一项重要措施,而农牧结合,又是促进农牧业生产向高产、稳产、高效率、低消耗方向发展的根本途径。

改善人们的食物结构和提高全民族的营养水平已被列为我国的一项基本国策。我国目前的食品结构不合理、缺乏科学性,一方面是由于经济水平低下,另一方面则在很大程度上是由农业产业结构的不合理造成的。日本曾提出了“一杯牛奶强壮一个民族”的口号。温家宝总理把“让每个中国人,首先是孩子,每天都能喝上一斤奶”作为自己的梦想。随着人们生活水平的日益提高,我国居民的生活需求也发生了质的变化。今后要满足小康和富裕生活对动物性产品市场的需求,必须大力发展优质饲草饲料生产,将玉米、绿肥、牧草等高产优质饲草饲料作物纳入轮作复种之中,扩大豆类、紫花苜蓿等高蛋白饲草饲料作物的种植,扩大牧草资源和农作物秸秆的利用,大力发展草食畜牧业,形成从以植物到动物再到加工业为链条的产业结构,就可以提高农业的经济效益和附加值。

### (二) 草田耕作制度的建立是现代畜牧业发展的需要

传统的耕作方式,也称之为谷物大田耕作制度,是以粮食作物和经济作物为主,它对解决我国众多人口温饱问题发挥过非常积极的作用。但这种耕作制仅以提高粮食产量为主要目标,没有考虑经济效益,在粮食比较效益低下的形势下,农民的生产积极性一次次受到挫伤。同时,在我国农业即将融入世界农业之中的大背景下,这种模式已不可能持续下去。因为,农业生产中的水土流失,滥用杀虫剂、除草剂、化肥等带来的环境污染、土壤板结、地下水污染等一系列生态环境问题的根源都在于这种耕作制度下粗放型的生产方式。同时将本该还田的作物秸秆焚烧,人为中断了农业生态系统的物质循环,导致土壤有机质含量降低,降低了农业生态适宜度,致使农田生态系统的生产力和稳定性下降,农业效益不能进一步提高。

在我们这个传统的农业国家,畜牧业是附属于种植业的。发展畜牧业所需要的饲草饲料,绝大部分来自农田系统,而来自天然草地、湖泊、森林等生态系统的则很少。之前,我国耕作制度的改革是以提高作物单位面积产量为主攻方向的,对某种饲料作物的



种植,在计划上很少甚至未加考虑畜牧业生产所需要的饲草饲料,主要是利用廉价的自给性的农副产品。这种饲料饲草结构和传统观念束缚了畜牧业的发展。

大规模种植人工牧草和饲料玉米,在此基础上进一步发展奶业和畜产品加工业这样一条完整的产业链,建构现代农业主要模式,称之为混合饲养型耕作制度,它是“三元”种植结构的提升和延伸。

混合饲养型耕作制度有利于实现农业生态系统的稳定和良性循环。在谷物大田耕作制度下,就种植业来讲,农业生产的目的是为了收获作物的籽粒,把本该还田和进一步进行动物饲料加工的作物秸秆付之一炬,中断了农业生态系统循环。研究表明,我国土壤的有机质含量仅为 1%左右,远低于世界平均 2.4%、美国平均 5%的水平。我国农业生产的实践表明:以土壤为标志的我国农业生态环境恶化已经到了临界点,这种低效益的耕作制度则是恶化的根源。

根据对传统的谷物大田耕作制度和混合饲养型耕作制度的对比分析,以生态学、生态经济学原理为指导,以中国农业与世界农业接轨为出发点,以寻求我国农业可持续发展为最终目标,以追求蛋白质为主线,从改善土壤的物理化学特性、提高其肥力入手,借助于发达国家的成功经验,结合我国的具体情况,利用混合饲养型耕作制度的基本观点和技术,建构与各类生态系统相适宜的产业链,将会极大地扩展畜牧业的饲草饲料来源。

从某种意义上讲,畜牧业就是种植业的产业升级,畜牧业作为种植业的加工环节,减少了对大自然的直接依赖,更大程度上利用了人力资源(智力、技术、信息)以及人提供的资金资源。畜牧业(以及畜产品的加工和营销)比种植业需要更多的劳动投入,产业链更长,可以带动更多产业的发展。同时,畜牧业的蓬勃发展,将有力地拉动为畜牧业服务的种植业和饲料加工业,并且为食品加工业的发展提供充足的原料。

总之,以混合饲养型耕作制度改造传统的谷物大田耕作制度,提供大量优质蛋白型饲草饲料,推动畜牧业的发展,不仅是耕作制度的一次大变革,也是农业产业结构调整的切入点和突破口,是我国农业与世界现代农业接轨、实现其可持续发展的基础和前提。可以说不发展牧草就没有现代畜牧业,牧草是绿色的黄金,草田耕作制度变革是具有伟大历史意义的饲草饲料革命。

### 第三节 草田耕作制度的主要内容

#### 一、耕作制度的主要类型及特点

联合国粮农组织(FAO)把耕作制度分为自然休闲耕作制、常年耕作制和草田耕作制三种类型。

自然休闲耕作制(fallow farming)指在一块土地上,第一年播种作物,下一年土地休闲,主要靠自然过程恢复地力。这种耕作制度在我国传统农业的早期阶段就已出现,并且随着人口增长、耕地紧张,撂荒地抛荒年限逐渐缩短到 1~2 年,在此基础上发展起来,同时已开始辅以人工养地措施,如少量施用有机肥等。西欧中世纪实行的一区休闲、两区分别种植不同作物的三圃制是典型的休闲耕作制。现今世界上干旱半干旱地区仍有

这种耕作制,我国内蒙古、甘肃、宁夏等省区也少量分布着这种耕作制度。

由于自然休闲耕作制对土地的利用率低,不能适应农业生产发展的需要,而逐渐过渡到常年耕作制(permanent farming)。常年耕作制最初为各种形式的轮种制(rotation farming),如西欧 8 世纪以后,英国诺尔福克地区盛行的轮种形式为三叶草→冬小麦→芜菁→春谷物加播三叶草的四区轮作,这不但适应了农业发展的需要,同时适应畜牧业的发展,轮作中没有同类作物连年种植,产量比休闲制提高 1 倍多。我国盛行豆类作物与禾谷类作物轮作或与绿肥轮作,南方稻区盛行水旱轮作,在复种地区盛行复种轮作。随着人类抑制土壤养分亏损和控制病虫杂草害能力的增强,轮作的某些作用被人为措施所替代,加之对土地利用率要求的提高,连作制与自由耕作制有发展的趋势。

历史和现实都证明,长期的作物连作导致土壤有机质缺乏、微生物活动减弱及养分贫瘠等一系列问题。从长远看,土壤肥力是农业生产的基础,各地都要为此形成一套相适应的使用和培养地力的办法,它的核心是协调用地、养地的关系。B. P. 威廉斯根据自然肥力恢复过程和多年生混作牧草培肥效果的研究,提出通过草田轮作恢复肥力的建议,从而开辟了在人力干涉下缩短恢复地力过程的道路,孙渠称此为“农、林、牧三位一体的农业制”,因为它把造林、草田轮作、土壤耕作体系、施肥体系、良种选育应用和兴修水利 6 个基本环节结合起来,为农业的持续、稳定增长提供了保证,这就是草田耕作制度的最初萌芽。

草田耕作制度(pasture tillage system)又名草田农作制、草田轮作制,它最早是由苏联土壤学家 B. P. 威廉斯总结并发展了道库卡耶夫等许多学者的成就而创造的,它是苏联科学家杜库查耶夫、考斯托契夫、B. P. 威廉斯等在俄罗斯农业科学发展的历史经验基础上建立的,是一种农业合理综合经营的方法。这种耕作制度由很多互相关联的各种农业措施组合而成,主要包括草田轮作制施行、合理耕作、适当施肥、优良品种选育、种植保护林带和兴修水利等 6 项内容。这种草田耕作制度是介于休闲耕作制与常年耕作制之间的一种耕作制,在地广人稀的苏联、欧洲草原和森林草原的黑土地带应用广泛,而在澳大利亚、新西兰等畜牧业发达国家,盛行种植 2~3 年多年生牧草后再种植 5~7 年谷物。

## 二、草田耕作制度的主要内容与形式

草田耕作制度具有丰富的内容,主要包括草田轮作、草田间作和套作及草田混作等内容,而在这些耕作制度中,草田轮作是核心,也是农林牧结合的重要方式。所谓草田轮作就是牧草和农作物按照一定的次序和时间,有计划地轮流栽种。这种轮作制度的实施,一方面为植物生产创造优越的条件,保证高额而稳定的收获;另一方面也为动物生产建立稳固的饲草基础,保证畜牧业饲草的充分供给。实施草田轮作,对合理利用土地资源、改善土壤肥力、实现农牧业的可持续生产具有重要意义。

草田轮作形式主要有传统草田轮作、密集草田轮作和草田混种轮作。传统草田轮作方式历史悠久,是现代草田轮作的雏形。它是一种通过耕地的休闲、轮歇、压青等来恢复地力,再种植作物的轮换形式。该轮作方式可以恢复地力,容易管理,操作简单,年限短,周期快,但收益低且管理粗放。密集草田轮作是一种通过对牧草与作物间种、套种、复种等,充分利用时间、空间及水热条件,达到用地和养地结合,同时增加经济收

入的轮作形式。草田混种轮作是将两种以上的牧草或作物的种子按比例均匀地混合在一起，在一定年限内根据一定轮作顺序进行同时播种的耕作方式，有一年生牧草、二年生牧草和多年生牧草与作物的混种。

草田轮作的方式按农作物和饲草的比重可分为作物轮作和饲草饲料轮作两种。作物轮作亦名大田轮作，其生产对象以农作物为主。在作物轮作中亦须轮栽一定年限的牧草，其目的除生产饲草饲料饲养家畜外，主要为改良土壤、增进地力、农作物丰产准备条件，所以种植牧草年限以足够恢复土壤的团粒结构和生产力为度。饲草饲料轮作亦为草地轮作，其生产对象以牧草饲料生产为主。在饲草饲料轮作中不仅种植牧草年限较长，即使与作物轮作，亦应扩大种植饲草饲料作物，以解决家畜饲草饲料为目的，所以在以畜牧业为主的地区应实行饲草饲料轮作制。

草田间作是将两种或两种以上生育时期相近的牧草或作物，在同一块田地上成行或成带（多行）间隔种植的一种种植方式。草田混作是指两个或两个以上不同种类或生物学类群的牧草或作物品种同时在一块田地上混合播种的一种种植方式。