



宁夏平原农田防护林研究现状及展望

何俊¹, 李妍红²

(1. 宁夏大学 环境工程研究院, 宁夏 银川 750021; 2. 银川职业技术学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:作为农田生态系统的屏障,农田防护林具有降低风沙灾害、调节小气候、提高作物产量等重要功能,对维护农业生态平衡和促进农业可持续发展等具有重要意义。为更好地营造高效、标准的农田防护林体系。从树种选择、配置模式、结构优化、防风效应、气候效应、胁地效应及对作物产量影响等方面论述了宁夏平原农田防护林研究进展,同时提出宁夏平原农田防护林未来的研究方向,为宁夏平原农田防护林发展和研究提供参考。

关键词:农田防护林;林带结构;热力效应;水文效应;作物产量

近年来,生态安全与粮食安全已成为与人类生存质量密切相关的问题。作为农田生态系统的屏障,农田防护林具有降低风沙灾害、控制土壤侵蚀、改善生态环境、调节小气候、提高农业生产力水平等重要功能,对维护农业生态平衡和促进农业可持续发展等具有重要意义,其在农区生态建设中的重要性逐渐受到重视^[1-3]。

宁夏农田防护林建设是宁夏林业建设的重点,包括引黄灌区 12 个县、市、区的平原区,面积约 80 万 hm^2 ,其中耕地 36 万 hm^2 ,是全国商品粮基地之一,素有“塞上江南”之称。但是,宁夏平原区东、西、北三面分别被毛乌素沙地、腾格里沙漠、乌兰布沙漠包围,生态环境恶劣。因此,农田防护林网建设对保障作物稳产和农村可持续发展具有十分重要的意义。

经过 3 个阶段的发展,宁夏平原农区林网化达到 90% 以上,大大降低了风沙灾害对作物生长的影响,提高了作物产量。但农田防护林的建设存在以下问题:一是现有防护林多以路渠为建设基础,树种以杨树为主,配置部分臭椿、白蜡和河北杨,树种组成单一;二是农田防护林的更新速度慢,存在大量的单行或双行防护林,宽林带的防护林比例较小;三是防护林间距差异较大,部分防护林间距仅为 2 个树高,由于与作物的水分和光照竞争降低了作物产量;四是防护林结构差异大,部分防护林疏透度低于 0.2 或高于 0.5,防风减灾效应差异大。如何营造高效、标准的农田防护林,实现生态效益、经济效益和社会效益的协调发展,

已成为宁夏农田防护林建设急需解决的问题。

本文从树种选择、配置模式、结构优化、防风效应、气候效应、胁地效应及对作物产量影响等方面对宁夏平原农田防护林的研究进展进行论述,并结合国内外研究趋势提出宁夏平原农田防护林未来的研究方向,以期对宁夏平原农田防护林的发展和研究提供参考和指导。

1 我国农田防护林发展阶段

我国营造农田防护林的历史距今已有 100 多年^[4],大规模建设从新中国成立开始,概括起来大致分为 3 个阶段^[5-7]:

第一阶段:解放前以防治风沙为目的,农民自发营造的小型、不规则、分散防护林。农民为了防止风沙危害在田边栽植的林木,一方面可以保护农田使作物增产,另一方面可从林木获得经济效益。其特点是规模小、分布零散。

第二阶段:20 世纪 50-60 年代末,以改善农田小气候和保障作物高产稳产为目的,国家或集体统一规划营造的大网格宽林带。当时主要是学习苏联营造农田防护林的经验。主林带走向与主要风害方向垂直,且以大网格和宽林带为主。

第三阶段:20 世纪 70 年代至今,以旧有农业生态系统改造和生态修复为目的的综合防护林体系建设。以生态学与生态经济学原理为基础,实现山、水、田、林、路综合治理,将宽林带、大网格变为窄林带、小网格,实现农田林网化。

2 宁夏农田防护林发展阶段

第一阶段:1978-1993 年,借助黄河水灌溉,大力推广以“小网格、窄林带”的营造技术,基本形成农田林网化,农田防护林从农户分散型向集中防护林体系发展。平原区林木覆盖率达到 9.3%,

收稿日期:2018-01-27

基金项目:宁夏自然科学基金资助项目(NZ15029)。

第一作者简介:何俊(1983-),男,博士,副研究员,从事生态恢复研究。E-mail:hejun3025@163.com。

林网化程度达 85.0% 以上。第一代农田防护林以杨树为主,树种单一,林网密度偏高,天牛等病虫害现象严重。1990 年前后,第一代农田防护林基本被病虫害毁灭。

第二阶段:1994-2005 年,农田防护林以多树种、抗性强、多功能等为基本原则建设。从单一营造护田林带向建设农田林网化体系发展,树种以新疆杨(*Populus alba* var. *pyramidalis* Bunge)、白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb)和臭椿(*Ailanthus altissima* Swingle)为主,水、田、林、路、村统一规划。该阶段平原区林木覆盖率达到 12.4%,基本实现农田林网化。

第三阶段:2005 年至今,通过二代林网的建设,筛选表现较好的树种进行农田防护林建设,如臭椿、刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)、国槐(*Sophora japonica* L.)、合作杨(*P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'opera')、沙枣(*Elaeagnus angustifolia* L.)、垂柳(*Salix babylonica* L.)、旱柳(*Salix matsudana* Koidz.)、白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb)、紫穗槐(*Amorpha fruticosa* L.)、怪柳(*Tamarix Chinensis* Lour.)等。除了新建设的农田防护林,这一阶段还对第二代部分防护林进行了更新和完善。

3 宁夏农田防护林研究

3.1 树种选择及配置模式

宁夏防护林的树种经历了杨树——杨树+臭椿+白蜡——杨树+柳树+槐+沙枣的筛选和优化过程。部分学者在树种选择上做了相关研究,不同地区的树种选择有一定差异。如周克、马晖等^[8-9]认为宁夏农田防护林建设中乔木以沙枣、柳、杨和刺槐为主,灌木以沙柳(*Salix mongolica* Siuzev)、柠条(*Caragana microphylla* Lam.)、沙拐枣(*Caligonum mongolicum* Turcz.)、花棒(*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.)、枸杞(*Lycium chinense*)、怪柳和紫穗槐为主。孙枫等^[10]的研究结果也表明盐池风沙区防护林应以优良沙、旱生柠条、沙蒿(*Artemisia blepharolepis* Bunge)、沙柳、花棒、怪柳等为主,并配以部分乔木如沙枣、白榆(*Ulmus pumila* L.)、合作杨等。张恩光等^[11]认为防护林树种与作物种植方式有关系,稻旱轮作区以白蜡、刺槐、国槐、新疆杨和河北杨(*Populus × hopeiensis* Hu & Chow)为主,常年旱作区以松、柏、臭椿、白蜡、国槐和新疆杨为主。有关配置模式的研究表明,不同树种混交后

的综合效益优于单个树种,如新疆杨、合作杨和箭杆杨混交综合效益优于单种^[12],新疆杨与白蜡或臭椿混交的综合效益优于单个树种^[13]。臭椿作为天牛的免疫树种,混交后的效益较好。整体上,乔木中的新疆杨、刺槐、白蜡、臭椿等表现较好,灌木中的紫穗槐、怪柳、花棒、柠条等表现最好。

3.2 林带结构

农田防护林按照其外部形态和内部结构特征,通常可分为 3 种基本类型,即紧密结构、疏透结构和通风结构^[5]。研究人员对宁夏农田防护林的疏透度开展了较为细致的研究,但是在林带高度、宽度等方面研究很少。查同刚等^[13]研究表明,宁夏平罗的农田防护林疏透度在 0.29~0.45,固原在 0.44~0.66,灵武在 0.31~0.56,青铜峡在 0.41~0.46。单行新疆杨或白蜡的疏透度最高,双行新疆杨的疏透度最低。100 m×400 m 或 100 m×200 m 的网格效果优于 50 m×100 m,且疏透度在 0.35~0.45 时,防风效能最佳。周克等^[8]认为窄林带效果优于宽林带。多结构、多层次的防护林体系,更加符合宁夏盐池北部干旱风沙区的实际^[10]。汪泽鹏等^[14]对宁夏农田防护林的盖度进行了一定描述。

3.3 防风阻沙效应

防护林的最大气候效应是防风,所以也称防风林。防护林的防风阻沙效应与林带间距、疏透度、树高等空间结构有关。查同刚等^[13]研究结果表明林带疏透度在 0.35~0.45 时,防护效能最佳,随着风速的增加,防护效能增强。0~2 H(H 表示树高)范围内,风速急剧下降,在 2~8 H 达到最高,然后随着距离的增加,防风效能减弱。崔强等^[15]对片状灌木林、带状灌木林和带状乔木林的防风阻沙效应进行了比较研究,结果表明小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)灌木片林防护范围主要在林内和背风面距背风林缘 0~3 H 内;沙柳灌丛林带的迎风面和背风面风速均处于起沙风速(4.53 m·s⁻¹)以上,对农田不能形成有效防护;榆树(*Ulmus pumila*)乔木林带残缺不全,严重影响防风效果,防风阻沙效能从大到小依次为小叶锦鸡儿片林、白榆林带、沙柳林带^[16]。

3.4 林带热力效应和水文效应

林带的热力效应主要表现为林带在一定范围内对太阳辐射、空气温度、土壤温度等气象要素的影响,一般影响范围在 2 H^[17-19]。林带的存在改变了土壤蒸发和作物蒸腾,改善了农田的水分状况。由于风速和乱流交换的减弱,林网内蒸发的

水分停留时间延长,使近地面的绝对湿度和相对湿度常常高于旷野。潮湖农场 4~7 行的窄林带使春秋增温 0.3℃,夏季降温 0.4℃;增加相对湿度 10%,减少土壤水分蒸发 21.6%,降低地下水位 20 cm 左右^[8]。无光条件下地面、树体、树叶、作物等的温度分别下降 37.5%、22.0%、14.0%和 21.0%,林下太阳辐射仅为阳光直射地方的 30%~60%。林网内的空气湿度比旷野提高 20%以上,随着与主林带距离的增加,空气相对湿度和土壤含水量都呈现出规律性的变化,土壤含水率最低 8.7%,最高 16.5%^[13]。林带对温度和湿度影响较大。

3.5 防护林病虫害研究

单一树种或同属树种混交的防护林容易遭受病虫害的危害,不同属树种混交及乔灌混交的病虫害较少。宁夏二代防护林的病虫害以木蠹蛾、光肩星天牛、槐花球蚧等为主,国槐、刺槐和新疆杨混交林病虫害严重。由臭椿、沙枣、油松、毛白杨组成的混交林抗性较强,臭椿对不同类别的病虫害均有较强的抗性。农田防护林可在杨树防护林带设置一定数量的诱饵树,如复叶槭、五角枫。同时,栽植臭椿、刺槐等抗虫性强的树种多行,作为隔离带,以切断天牛等害虫的传播途径^[20-21]。张恩光、邵爱英等得出相似的结论,臭椿、国槐、白蜡和刺槐为天牛高抗性树种,沙枣、毛白杨和河北杨为天牛中抗性树种,新疆杨等为天牛低抗性树种,加杨和柳树抗性最差。同时,天牛在银北、银川地区比银南、固原等地严重,银南地区北部比南部严重^[11-12]。在病虫害危害判别函数方面,邵崇斌等^[22]选择多指标对宁夏防护林天牛危害进行分类,并建立了相应的函数,提出合理搭配高抗、抗性和感虫树种,以感虫、抗虫性树种保护高抗树种,对于维持防护林生态系统的稳定性很重要。

3.6 林带对作物产量的影响

防护林因减少作物蒸发、增加土壤含水率等作用,对农作物有明显的增产作用。一般增产幅度在 10%~30%^[5]。宁夏农田防护林增产 12%~46%,其中灵武地区新疆杨和臭椿混交林增产最高,固原地区新疆杨、臭椿或白蜡纯林的增产均低于 20%^[13]。王宁庚等^[23]认为宁夏引黄灌区农田防护林林网过密、树冠过高过大、胁地现象严重。1 H 处及以内胁地效应明显,其中 0.2 和 0.5 H 玉米单株地上鲜生物量分别减少 52.7%和 26.1%^[23]。黄守科等^[24]的研究结果与王宁庚等^[23]相似,林带对东、西、南、北四个方位作物的

胁地范围分别为 0.6、0.5、1.0 和 0.6 H,其中林带对林网南侧的胁地范围最大。严重减产区分布于林网东侧 0.1 H 和林网南侧 0.2 H 范围内,林网西侧和北侧没有分布,林网内的总增产率为 10.65%,增产区的分布范围大于 60%,减产区的范围在 10%以上。林网建设的不同时期粮食增产幅度表现出一定差异,作物产量平均最高产量不是在高密度的林网化水平下,也不在林网化水平较低的时期^[25]。

此外,汪泽鹏、黄泽云、左忠等从防护林生态系统健康指标、防护林可持续发展和防护林更新等方面做了研究^[14,26-27]。

4 展望

综合宁夏农田防护林的发展历史和研究现状可以看出,宁夏农田防护林在树种选择、林带结构、防风阻沙效应、热力效应、水文效应、病虫害、林带对作物产量的影响等方面开展了一定的研究,但研究对象较为单一,缺乏不同效应相关理论和机制方面的研究;特别是林带对作物产量和土壤性质的研究中,未从影响机制上分析作物产量的影响因素;林带防风效应缺乏机理研究。此外,林带结构研究中缺乏对林网内气候因子、土壤性质和作物产量的定量分析。

未来宁夏农田防护林建设和研究应主要从以下 4 个方面展开:

4.1 林网构建研究

现有的宁夏农田防护林构建中,以树种选择和搭配研究为主。同时,现有防护林仍然以单一树种林带为主,混交林较少。需以林学和农学理论与技术为主体,结合生态学,从生物多样性、系统稳定性角度出发开展农田防护林结构优化和建设。

4.2 林网防风等效应研究

宁夏地区风沙大,防护林的防风效应及对作物产量的影响对于防护林建设具有重要意义。需深入开展不同结构防护林防风效应和对作物产量的影响研究。结合林网内的光强、土壤含水率、温度、湿度等气候指标分析作物产量的主要影响因素,并以此指导农田防护林建设。

4.3 经营研究

农田防护林建设中,由于管理不当等导致防护林因病虫害等衰退的现象经常出现。需对防护林衰退机制和更新机理进行系统性研究,为防护林的可持续经营提供理论指导^[6]。

4.4 综合效益评价

效益评价是农田防护林建设和经营的基础,需从防风和作物增产转变到生态效益、经济效益、社会效益等综合效益评价方向,并从单一林带或林网扩大到区域农田林网尺度。此外,结合 GIS 和 RS 技术对农田防护林进行更加深入的研究。

参考文献:

- [1] 姜凤岐,周新华,付梦华,等.林带疏透度变化规律模型及应用[J].应用生态学报,1994,5(3): 251-255.
- [2] 范志平,曾德慧,朱教君.农田防护林生态作用特征研究[J].水土保持学报,2002,16(4): 130-133.
- [3] Brandle J R, Hodges L, Zhou X H. Windbreaks in North American agricultural systems[J]. Agroforestry Systems, 2004, 61(1): 65-78.
- [4] 曹新孙.农田防护林学[M].北京:中国林业出版社,1983.
- [5] 朱金兆,贺康宁,魏天兴.农田防护林学[M].北京:中国林业出版社,2010.
- [6] 朱教君.防护林学研究现状与展望[J].植物生态学报,2013,37(9): 872-888.
- [7] 雷娜.中国平原地区农田防护林研究进展[J].农村经济与科技,2017,28(16): 33-37.
- [8] 周克,唐麓君,林志韬,等.宁夏引黄灌区建设防护林体系的调查报告[J].宁夏农林科技,1980(1): 24-28.
- [9] 马晖,张建华,周全良,等.宁夏石嘴山 110 国道防护林灌木树种选择分析[C]//北方省区《灌木暨山杏选育、栽培及开发利用》研讨会论文集,2004.
- [10] 孙枫,李生宝,蒋齐.宁夏盐池沙区生态经济型防护林体系林种树种优化比例研究[J].林业科学研究,2003,16(4): 459-464.
- [11] 张恩光,周嘉熹,刘荣光,等.宁夏防护林天牛危害调查及林分结构配置[J].西北林学院学报,1995,10(2): 16-21.
- [12] 邵爱英,吴燕,刘文蔚.宁夏平原农田防护林几种树种配置模式综合效益的初步研究[J].北京林业大学学报,1998(4): 48-53.

- [13] 查同刚,孙向阳,于卫平,等.宁夏地区农田防护林结构与小气候效应[J].中国水土保持科学,2004,2(4): 82-86.
- [14] 汪泽鹏,张为.宁夏沙区防护林生态系统健康指标评价体系研究[J].宁夏农林科技,2012,53(12): 29-35.
- [15] 崔强,高甲荣,何明月,等.宁夏盐池沙地农田防护林的防风阻沙效益[J].生态与农村环境学报,2009,25(3): 25-29.
- [16] 段玉玺,丁国栋,张进虎.盐池县旱作农田防护林结构及防风阻沙效能研究[J].内蒙古林业科学,2008,34(2): 6-9.
- [17] Friday J B, Fownes J H. Competition for light between hedgerows and maize in an alley cropping system in Hawaii, USA [J]. Agroforestry Systems, 2002, 55(1): 125-137.
- [18] Ryan D, Bright G A, Somarriba E. Damage and yield change in cocoa crops due to harvesting of timber shade trees in Talamanca, Costa Rica[J]. Agroforestry Systems, 2009, 77(2): 97-106.
- [19] 范志平,曾德慧,朱教君,等.林网内作物光合作用生理生态过程特征[J].水土保持学报,2004,18(1): 189-192.
- [20] 魏佳宁,杨雪彦,周嘉熹,等.宁夏持续无虫灾防护林的结构设计[J].西北林学院学报,1997,12(a12): 37-41.
- [21] 魏佳宁,周嘉熹,邵崇斌,等.宁夏二代防护林网结构抗性评价与判别[J].西北林学院学报,1997,12(a12): 12-19.
- [22] 邵崇斌,董丽芬,黄林,等.宁夏防护林网杨树天牛危害的分析与管理[J].陕西林业科技,1996(4): 33-37.
- [23] 王宁庚,左忠,潘占兵.宁夏引黄灌区农田防护林网胁迫地情况调查研究[J].宁夏农林科技,2016,57(11): 22-25.
- [24] 黄守科.农田防护林对我国平原地区作物产量的影响[D].北京:北京林业大学,2013.
- [25] 张登凤,夏红玲.中卫县灌区农田林网消长变化对粮食作物产量的影响[J].宁夏农林科技,2000(5): 35-37.
- [26] 黄泽云.宁夏银川平原农田防护林可持续发展对策[J].防护林科技,2008,5(86): 75-76.
- [27] 左忠,潘占兵,王宁庚,等.宁夏引黄灌区农田防护林网更新技术与对策[J].宁夏农林科技,2017,58(1): 35-37.

Research Status and Prospect of Farmland Shelterbelts in Ningxia Plain

HE Jun¹, LI Yan-hong²

(1. Institute of Environmental Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;
2. Yinchuan Vocational College of Technology, Yinchuan 750021, China)

Abstract: As the barrier of farmland ecosystem, farmland shelterbelt has important functions such as reducing wind-sand disaster, regulating microclimate and increasing crop yield, which is of great significance for maintain agricultural ecological balance and promote the sustainable development of agriculture. In order to create an efficient and standard farmland shelterbelt system, the research progress of farmland shelterbelts in Ningxia plain was discussed in terms of tree selection, configuration model, structure optimization, wind proof effect, climate effect, coercion effect and crop yield. At the same time, the future research direction of farmland shelterbelt in Ningxia plain was put forward, so as to provide reference for the development and research of farmland shelterbelt in Ningxia plain.

Keywords: farmland shelterbelt; shelterbelt structure; thermal effect; hydrological effect; crop yield