

# 中国种养结合发展模式研究进展

张 扬<sup>1,2,3,4</sup>, 王璐瑶<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

收稿日期: 2021年9月20日; 录用日期: 2021年10月17日; 发布日期: 2021年10月25日

## 摘 要

近年来, 中国农村现代化发展水平已大大提高, 然而, 伴随着养殖业与种植业规模化和集约化程度的提升, “种养脱节、农牧分离”问题也越来越突出, 不利于全国范围内家畜粪便、秸秆等生活垃圾的资源化使用。因此, 利用物质与能源在种植业与养殖业之间的有机循环, 种养结合的生态农业模式成为解决家畜养殖环境污染治理和资源循环再利用的主要途径之一。本文通过总结近年来种养结合模式有关政策、种养结合中因种养不协调造成的环境问题以及国内外现有种养结合模式, 归纳了“以地定养、以养促种、养殖污水原地处理、就近种植消纳”的发展思路, 并认为各地应针对实际状况, 因地制宜的进行各种不同规模、形式多样的种养结合, 以推进区域种与养的合理搭配、协调发展, 实现农业绿色发展。

## 关键词

种养结合, 畜禽粪污, 绿色发展, 因地制宜

# Research Progress on the Development Model of the Combination of Planting and Breeding in China

Yang Zhang<sup>1,2,3,4</sup>, Luyao Wang<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Received: Sep. 20<sup>th</sup>, 2021; accepted: Oct. 17<sup>th</sup>, 2021; published: Oct. 25<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

In recent years, the level of China's rural modernization development has been greatly improved. However, with the increase in the scale and intensification of aquaculture and planting industries, the problem of "separation of planting and breeding, separation of agriculture and animal husbandry" has become more and more prominent, which is not conducive to the resource utilization of domestic wastes such as livestock manure and straws nationwide. Therefore, the use of material and energy in the organic cycle between planting and breeding, and the ecological agriculture model that combines planting and breeding has become one of the main ways to solve environmental pollution control and resource recycling in livestock breeding. This paper summarizes the relevant policies of the combination of planting and breeding in recent years, the environmental problems caused by the incoordination of planting and breeding in the combination of planting and breeding, and the existing domestic and foreign models of combination of planting and breeding, then sums up the development ideas of "depending on the ground, promoting the cultivation by the cultivation, treating the aquaculture wastewater *in situ*, and planting and dissipating it nearby", and proposes that various regions should adapt to the actual conditions and carry out a variety of different scales and forms of planting and breeding. It is expected to provide ideas for promoting the rational combination and coordinated development of regional planting and breeding, and ultimately realize the green development of agriculture.

## Keywords

Combination of Planting and Breeding, Livestock and Poultry Manure, Green Development, Acting According to Local Conditions

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

人类活动需要大量的能源及养分支撑,特别是农业活动,据统计,目前,仅农业就分别消耗了全球76%的氮(N)和87%的磷(P) [1]。为了保证农业系统的良性发展,一般需要从长期不可再生的原料中提取营养物质,比如植物所需要的磷一般是从磷酸盐岩中开采出来的,而磷酸盐岩矿物是有限资源,预计在未来50~100年内会耗尽[2],因此,长远看来这样的方式是不可持续的。特别是随着人口增加及经济发展,人们为了保障粮食安全,在作物生长和动物生产环节均投入了大量的养分。在过去的三十多年当中,由于肥料、杀虫剂以及农膜的使用量增长了2~4倍,过量农用化学物质的投放也加大了农业面源污染风险,包括氮、磷等营养元素均可经由挥发、硝化反硝化作用、地表径流与地下渗流等途径直接进入大气、水体,从而造成了严重大气污染以及水体富营养化等环境问题[3]。同时,农业集约化的种植生产也伴随着秸秆的大量产生,但随着农民生活水平的改善,秸秆已经不再是农业燃料能量的主要来源,而由于秸秆直接还田会降低后茬作物的出芽率、增加后茬作物病虫害等,因此,秸秆的使用率大幅降低,导致资源浪费,还可能增加环境风险。另外,对家畜的规模化饲养也导致粪便总量的明显增加,据农业部统计,二零一五年全国养殖业年产生的牲畜粪污量约为三十八亿吨,其中家畜直接排出的粪便量约十八亿吨,而饲养过程产生的废水总量则约二十亿吨。畜禽粪污若不经有效处理而肆意偷排乱排,将对生态环境造成

严重威胁。

目前, 中国农村的可持续发展还存在着农业资源短缺、环境污染严重等问题, 其中主要体现为农村土地和自然资源的短缺、农民抗击自然灾害能力较弱、肥料杀虫剂等资源使用过度、农作物秸秆使用率不高、牲畜饲养废水排污量过大、农业废弃物污染物的随意排放等。通过计算, 家畜粪便和秸秆的氮含量约  $4.70\sim 5.5 \times 10^6$  kg, 总磷贮量相当于全国总施磷量的二分之一, 总钾贮量约为全国施钾含量的三分之二, 此外还包括六十万吨有机质和作物生长发育所需要的中、微量元素[4]。从物质流动及能量循环角度来看, 中国作为粮食、肉类进口大国, 同时肥料施用量很大, 若将养殖业产生的畜禽粪污肥料化可减少化肥需求量, 种植业的秸秆还田或饲料化也可提升粮食及肉类产量, 可大幅降低系统内碳排放甚至成为碳汇, 极大地促进了物质、能量循环, 缓解农业污染, 减少不必要的能量损耗。

## 2. 种养结合模式的政策推动

近年来, 由于农村生产中对各类种养业垃圾的乱扔乱排乱放等问题凸显, 严重阻碍了美丽乡村建设, 因此, 我国政府从制定针对性法律法规、技术规范和排放标准以及推进重点项目和技术模式等三个层面来推动种养结合模式的发展(如表 1)。二零一七年, 我国农业部提出我国需要通过加强种养结合, 推动农业生产过程减量化、再利用、资源化, 提高农业资源循环利用效率, 遏制和减少农业面源污染, 促进农业可持续发展。党的十八届五中全会明确提出我们要“推动粮经饲统筹、农林牧渔结合、种养加一体、一二三产业融合发展, 走产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的农业现代化道路。”

**Table 1.** Central policy on the combination of planting and breeding

**表 1.** 有关种养结合模式的中央政策

时间	文件名称	相关内容
2013 年	《畜禽规模养殖污染防治条例》	支持采取种植和养殖相结合的方式消纳利用畜禽养殖废弃物。
2015 年	《全国农业可持续发展规划(2015~2030 年)》	积极优化和调整种植业和养殖业结构, 促进种养结合、农牧循环发展, 推进生态循环农业发展。
2017 年	中央一号文件	大力推广高效生态循环的种养结合模式, 加快对畜禽粪便进行集中处理, 积极推广有机肥替代化肥试点工作, 认真落实化肥农药零增长行动, 推进农业清洁生产, 促进农业节本增效。
2017 年	《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》	到 2020 年, 建立科学规范、权责清晰、约束有力的畜禽养殖废弃物资源化利用制度, 构建种养循环发展机制。
2017 年	种养结合循环农业示范工程建设规划 (2017~2020 年)	推动农业生产向“资源 - 产品 - 再生资源 - 产品”的循环经济转变, 加快促进种养结合循环农业发展。
2021 年	《关于开展绿色种养循环农业试点工作的通知》	支持 17 个省份试点绿色种养循环农业

## 3. 种养不协调对环境的影响

近年来, 中国特色农村的发展现代化农业发展水平已经大大提高, 但是, 伴随着畜禽养殖业与粮果蔬种植业规模化和集约化结合程度的不断提升, “种养脱节、农牧分离”等问题也越来越突出, 限制了目前全国各省范围内家畜养殖粪便、秸秆等农业废弃物的综合资源化处理使用。所以, 种养结合中目前存在的最大问题在于种养不协调, 如何规划农业产业布局进而减少畜禽养殖污染是目前的研究热点之一, 具体表现为养殖业规模过大造成的畜禽粪便等污染物以及种植业规模过大造成的秸秆等农田废弃物分别超过环境消纳量造成的环境污染问题。

### 3.1. 养殖业规模过大带来的环境问题

随着我国养殖业现代化的持续快速发展, 饲养管理方法也已从以前传统畜禽散养管理模式逐渐向现代集约化、规模化畜禽饲养管理模式进行过渡, 从而也逐渐造成了大批的畜禽废弃物在固定饲养范围内分散集中产生[5], 畜禽粪便集中处理的压力随之提升, 若超过当地环境承载力则会对环境造成严重污染。张绪美[6]等通过对我国的三十一个省份一九九七至二零零四年养殖量统计数据, 测算了各个地方的农田对畜禽粪便的总负荷, 结果显示了我国的二十三个省份污染总负荷量均会引起环境污染问题, 包括海南、广西以及贵州三省区的畜禽粪便污染负荷始终均处在较大的水平, 主要原因就是由于这三个省市耕地面积相对较少, 导致其畜禽粪便污染负担相对比较重。苏杨等[7]人指出, 目前我国已经有百分之八十的规模化养殖户周边没有配套足够的耕地用于消纳牲畜粪便。规模化集约化饲养模式, 会形成大量的粪便、尿液、冲洗废水等污染物, 若不经适当处理或利用而直接排放进入水体, 则会导致水体富营养化。同时, 在养殖场附近由于缺乏足够的耕地来消纳大量畜禽粪便, 因此如果在同一片耕地中连续使用了过量的畜禽粪便, 将导致土地中营养过量, 非但无法提高土地品质, 而且还会影响作物正常生长, 同时过量的氮磷元素还会随着地表水径流和地下水渗流而进入河流、地下水, 造成水环境污染[8]。此外, 生成的畜禽粪便如未及时处理, 长期堆积于养殖户附近的牲畜粪便经腐败分解后还将生成大量易挥发性的恶臭气体, 如有机酸、吡啶类、粪臭素、乙醇、醋酸、氢硫基、胺、硫醇等[9], 将严重污染大气环境并危及人类身体健康, 温室气体排放量也会随之增加。

### 3.2. 种植业规模过大带来的环境问题

随着种植业集约化与规模化程度的提升, 我国每年的化肥施用量也在缓慢增加。据统计, 中国单位播种面积的化肥总施用量已经从一九九七年的 258.5 kg/ha 上升到了二零一六年的 359.1 kg/ha, 提高了 38.9%, 已经突破了部分国家为防治水环境污染所规定的 225 kg/ha 的安全上限。化肥的过度使用可以造成肥料效率下降、土壤板结、土壤肥力减少、农作物质量降低等, 同时也可能污染江、河、湖及地下水, 进而对环境产生严重影响。另外, 集约化种植会导致秸秆产量大幅增加。若将秸秆通过肥料化、饲料化、能源化等途径进行利用, 不但能够使秸秆变废为宝, 还可以大大减少由于秸秆燃烧而产生的空气环境污染问题。但是, 相关研究指出, 目前中国的秸秆使用率并不高, 年均大约有百分之十八点六的秸秆被露天燃烧, 另外还有上亿吨秸秆被丢弃[10], 这不但浪费了大量废弃秸秆的资源, 还污染了生态环境。在世界大多国家, 秸秆的综合使用率都相当高, 其中, 秸秆经处理作为肥料还田的比例约为 70%, 将秸秆饲料化的比例约为 20% [11]。大量研究表明, 秸秆经处理作为肥料还田可增加土壤有机氮和有机碳含量, 进而改善土壤质量和提高作物产量[12]。将秸秆经粉碎、生物发酵等处理后, 可制成适用于奶牛、肉牛等食用的粗饲料[13], 也可以代替部分畜禽饲料, 缓解当前饲草资源短缺问题。

## 4. 种养结合模式发展现状

德国是发展循环经济、推行种养结合较早的发达国家之一, 其百分之八十的牧场已进行了种养结合, 他们根据国家有关规范严格控制了牧场载畜量, 并充分利用家畜粪便生产的有机肥来保持土壤肥力[14]。欧盟通过以单位耕地面积或草场载畜量为核定准则进行了种养结合, 形成了比较明确的粪污还田准则, 并严格控制了饲养规模, 从而大大减少了家畜饲养排出的污染物超过了土壤承载力现象的产生, 从而减少了对自然环境的污染。荷兰法律规定每养殖八十头成奶牛, 就至少要配备一百公顷土地; 加拿大法律规定每养殖六十头成奶牛, 就至少要配备一百二十公顷土地, 且百分之八十的面积都要种青贮谷物与牧草。美国东北区域的十二个州为奶牛集中养殖区, 这些地区的雨水土壤条件更适合青贮谷物与牧草的生长, 将种养技术整合后, 可为奶牛集团供应更丰富的低成本饲料[15]。韩国农业采用了稻麦-肉牛的联合

经营模式, 将肉牛粪便和稻麦秸秆最大化资源使用, 实现了种养融合和循环农业发展。日本所实施的以油菜为核心的, 集饲料-畜-油为一身的种养结合模式, 与以沼虾养殖为核心环节的种养结合模式, 也均获得了不错的成绩和效益。

目前, 我国也拥有不同类别的种养结合模式, 包括种植养殖与沼气池配套的种养结合模式、以桑基鱼塘为基础的种养结合模式、以山林为基地的经济作物-菌类-畜禽为一体的种养结合模式等。以济南市长清循环农业园为例, 该园主要以种-养殖-农业加工三个子系统所组成, 其中, 种植涵盖粮食作物、蔬菜、果园等, 养殖包含蛋/肉鸡、奶/肉牛、肉羊等, 加工包含肉蛋奶加工、农产品加工、饲料加工、沼气生产、沼肥生产等。种植系统为农产品和饲料加工提供了原料; 养殖系统使用加工系统提供的饲料用以生产肉、蛋奶, 其产生的畜禽粪便可通过沼气发酵生产沼气能源和有机肥; 加工系统还可为各类产品的提供附加值, 最终提高经济效益[16]。宝鸡市凤翔县淮北村也建立了“菜-饲-畜-沼-肥”的循环农业模式, 全村生猪年饲养量约二万头, 养殖废弃物年产量约四万吨, 利用全村的养殖废弃物和农作物秸秆每年产出有机肥四万吨, 供所在镇的五万亩经济作物利用, 有效带动了全县农业生产高效、绿色的发展, 同时建设了大型沼气工程, 利用畜禽废水年产沼气二十万立方米, 改变全村 327 户农户传统用能结构。

## 5. 结语

种养结合是农业现代化进程中不可缺少的一步, 在保证畜禽养殖生产和作物质量的基础上, 还可在一定程度上有效缓解畜禽养殖污染, 减少了环境的压力。所以, 要认真根据“以地定养、以养促种、养殖污水原地处理、就近种植消纳”的农业科学发展指导思想, 以各省和地区自身的特殊农业经济生产发展条件与畜牧产业结构为基础, 通过科学规划与合理布局, 统筹确定种植和发展养殖规模。合理采集计算我国畜禽水产养殖场动物粪便排污量后, 向其所在周边区域辐射确定适合的生物粮食和经济作物种植规模, 以利于进行对经济作物粪和秸秆综合利用的生物饲料化、肥料化和生物能源化等过程综合利用, 最终形成“养殖-畜禽粪污处理-种植-秸秆饲料化-养殖”于一体的区域生态循环模式, 促进种养结合, 保障区域农作物秸秆、畜禽粪便等废弃物的资源化利用, 减少农业污染。同时, 各地区人民政府也应建立并健全相关种养结合扶持优惠政策, 通过降低有机肥制造企业税费、加强对有机肥企业的信贷扶持力度等, 以充分发挥地方政府资金的带动功能, 进一步拓宽农民投资途径, 引导更多经营主体支持种养融合, 并提出建立相应的激励机制。根据实际情况, 因地制宜地开展不同规模、多样化的种养结合, 促进区域种与养的合理搭配、协调发展, 实现农业绿色发展。

## 参考文献

- [1] FAO (n.d.) World Fertilizer Trends and Outlook to 2020. <https://www.fao.org/publications>
- [2] Perin, G., Yunus, I.S., Valton, M., et al. (2019) Sunlight-Driven Recycling to Increase Nutrient Use-Efficiency in Agriculture. *Algal Research*, **41**, Article ID: 101554. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101554>
- [3] 田雁飞, 马友华, 胡园园, 江云, 王桂苓. 秸秆肥料化生产的现状、问题及发展前景[J]. 中国农学通报, 2010, 26(16): 158-163.
- [4] 张福锁. 加强农业面源污染防治推进农业绿色发展[N]. 中国环境报, 2021-03-31(003).
- [5] 孙良媛, 刘涛, 张乐. 中国规模化畜禽养殖的现状及其对生态环境的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2016, 15(2): 23-30.
- [6] 张绪美, 董元华, 王辉, 等. 中国畜禽养殖结构及其粪便 N 污染负荷特征分析[J]. 环境科学, 2007, 28(6): 1311-1318.
- [7] 苏杨. 我国集约化畜禽养殖场污染治理障碍分析及对策[J]. 环境保护, 2005(4): 28-30+39.
- [8] 王晓燕, 汪清平. 北京市密云县耕地畜禽粪便负荷估算及风险评价[J]. 农村生态环境, 2005, 21(1): 30-34.
- [9] 闫志英, 许力山, 李志东, 等. 畜禽粪便恶臭控制研究及应用进展[J]. 应用与环境生物学报, 2014, 20(2):

322-327.

- [10] 彭春艳, 罗怀良, 孔静. 中国作物秸秆资源量估算与利用状况研究进展[J]. 中国农业资源与区划, 2014, 35(3): 14-20.
- [11] 孙宁, 王飞, 孙仁华, 等. 国外农作物秸秆主要利用方式与经验借鉴[J]. 中国人口资源与环境, 2016(S1): 469-474.
- [12] Yan, D., Wang, D. and Yang, L. (2007) Long-Term Effect of Chemical Fertilizer, Straw, and Manure on Labile Organic Matter Fractions in a Paddy Soil. *Biology and Fertility of Soils*, **44**, 93-101.  
<https://doi.org/10.1007/s00374-007-0183-0>
- [13] 相姝楠. 浅析秸秆饲料化利用技术发展现状与趋势[J]. 中国奶牛, 2017(12): 12-14.
- [14] Blayney, D.P. and Mittelhammer, R.C. (2012) Decomposition of Milk Supply Response into Technology and Price-Induced Effects. *American Journal of Agricultural Economics*, **14**, 12-18.
- [15] 顾海英. 国外奶牛业生产经营模式特点及对我们的启示[J]. 上海农村经济, 2002(1): 40-42.
- [16] 白金明. 我国循环农业理论与发展模式研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2008.