

大食物观下中国饲料粮供给安全问题研究*

刘长全 韩 磊 李婷婷 王术坤 罗千峰

摘要：本文研究了中国饲料粮供给安全面临的形势和主要挑战，分析了粮饲结构调整对破解农业结构矛盾、保障大食物供给总体安全的作用，提出了大食物观视角下保障饲料粮供给安全的思路与对策。研究表明：在“口粮过剩与饲料粮短缺并存”情况下，对口粮自给率标准与形势的认识误区导致了粮饲结构错配问题的深化和累积；饲料粮生产面临资源潜力开发水平低与空间错配问题，包括“高潜低用，低潜超用”问题和更突出的实际优势品种与潜在优势品种偏离问题；饲料粮的科技投入与科技支撑更加不足；饲料粮的对外依赖面临更大脆弱性，体现为进口对国际市场供给能力和对少数来源地的依赖度更高。模拟分析显示，在不影响口粮绝对安全的前提下，粮饲结构调整能够降低食物供给总体对外依赖度，提高饲料粮自给率。

关键词：大食物观 饲料粮 供给安全 自给率 结构错配

中图分类号：F326.3 **文献标识码：**A

一、引言

大食物观是粮食安全观在新时代的发展。随着城乡居民食物消费结构不断升级和农业结构性问题不断显现，中国开始从关注粮食安全向关注粮食安全、大食物安全和重要农产品供给安全转变。2015年，中央农村工作会议在首次提出加强农业供给侧结构性改革的同时也提出，要树立大农业、大食物观念，推动粮经饲统筹、农林牧渔结合；2019年，中央“一号文件”提出保障重要农产品有效供给、实施重要农产品保障战略；2021年，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》进一步强调保障粮、棉、油、糖、肉、奶等重要农产品供给安全；2022年3月，习近平总书记在政协联组会议上再次强调“大食物观”，指出“要树立大食物观，从更好满足人民美好生活需要出发，掌握人民群众食物结构变化趋势，在确保粮食供给的同时，保障肉类、蔬菜、水果、水产品等各类食物有效供给，缺了哪样也不行”^①；2022年10月，习近平总书记在党的二十大报告中

*本文是中国社会科学院农村发展研究所创新工程项目“中国饲料粮供给安全问题研究”、财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系项目（编号：CARS36）的阶段成果。

^①参见《习近平在政协联组会上强调这三件大事》，<http://cpc.people.com.cn/n1/2022/0308/c164113-32370005.html>。

再次强调“树立大食物观”，并指出要“发展设施农业，构建多元化食物供给体系”^①。当前，中国城乡居民食物消费需求正从过去的“吃得饱”“吃得好”向“吃得丰富”“吃得营养”“吃得健康”加速转型，食物消费呈现口粮消费下降、肉蛋奶等非口粮食物消费快速刚性增长的变动趋势（刘长全和苑鹏，2022）。树立大食物观，就是要顺应食物消费结构升级的新变化和新要求，既保障传统的以口粮为主的粮食安全，也保障肉蛋奶蔬果油糖等非口粮重要农产品的供给安全。

保障饲料粮供给安全是大食物观下保障肉蛋奶等畜产品供给安全的基础和条件，是树立大食物观的应有之意。供给安全具有多重内涵：首先是供给能力充足，可确保供需平衡和价格稳定；其次是供给能力自主可控，能够抵御国内外特别是国外的不确定性因素影响；最后是供给能力有韧性，在受到不确定因素冲击后能够迅速恢复。据此来看，近年中国饲料粮供给安全面临突出问题，供给不足日益凸显（辛良杰等，2018），饲料粮价格攀升推动畜产品生产成本大幅高涨。更重要的是，粮饲结构不合理导致的资源配置扭曲持续深化，口粮以外重要食物和重要农产品供给的对外依赖度不断上升、外循环风险不平衡等问题也在凸显。面对这一形势，本文试图从粮饲关系角度回答当前农业供给侧结构性问题的根本原因，从资源配置全局看保障饲料粮供给安全的战略必要性，并系统分析保障饲料粮供给安全面临的挑战以及未来保障饲料粮供给安全的路径与对策。

二、中国饲料粮供需总体形势

关于饲料粮，需要区分两个概念，一个是用作饲料的粮食，另一个是饲料用途的粮食，前者指特定时间所有实际被用作饲料的粮食，后者指主要用途为饲料的粮食品种。对饲料粮口径进行辨析有利于厘清粮饲关系及其对当前农业供给侧结构性问题的影响。本文所研究的饲料粮指后者，即饲料用途的粮食，具体主要包括两类：一是用途以饲用为主的粮食作物，主要是玉米、高粱、燕麦等，也包括青贮专用的小麦和稻谷等；二是副产品主要用作饲料且副产品量占产品总量的比重高的粮食作物，如大豆、大麦等。从饲料提供的营养价值来看，也可以分为两类：一类是主要提供能量的，如玉米、高粱、大麦等；另一类是主要提供蛋白的，如大豆（豆粕）等。饲料需求和饲料形式的多样性决定了饲料粮的形式是多样的。以玉米为例，既包括籽粒玉米，也包括全株青贮玉米。

总体来看，当前中国饲料粮供需形势呈现以下特征：

（一）饲料粮需求因畜产品需求增长和需求结构转变持续增长

随着城乡居民收入增长和消费结构转型升级，畜产品需求持续增长（朱晶等，2021），畜产品消费结构也趋于变化。以总产量加净进口的表观消费量来衡量，2000—2021年，中国各类畜产品消费量都有较明显的增长。其中：牛羊肉需求量从778万吨增长到1486万吨，增长了91.0%；禽肉需求量从1231万吨增长到2505万吨，增长103.5%；牛奶需求量从985万吨增长到6043万吨，增幅高达513.5%。同期，猪肉需求量从3974万吨增长到5652万吨，增长了42.2%，但是增幅远低于牛羊肉与牛奶，而

^①习近平：《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告（2022年10月16日）》，<http://cpc.people.com.cn/20th/n1/2022/1026/c448334-32551867.html>。

且与其他畜产品总需求量持续快速增长不同,猪肉需求量在2014年达到顶峰后开始回落,2014—2021年猪肉需求量下降了3.7%。2000—2021年,按提供膳食热量计算,猪肉消费量在猪肉、牛羊肉、禽肉及牛奶总消费量中的占比从75.2%降至63.5%;如果按提供膳食蛋白计算,该占比则从58.6%降至46.6%。^①

中国的畜产品需求增长伴随着畜产品消费向能量转化效率更低的结构转变^②,两者共同带动饲料粮需求增长。2000—2021年,中国饲料加工总量从3741万吨快速增长到31697万吨,增幅高达747.3%,年均增长10.7%^③。与此同时,主要粮食作物的饲用数量也都有较大增长。根据FAO数据,2000—2019年,中国玉米饲用数量从8900万吨增长到19549万吨,增幅达到119.7%;高粱饲用数量从145万吨增长到176万吨,增长21.4%;大豆直接饲用数量从200.9万吨增长到346.7万吨,增长了72.6%^④;大麦直接饲用数量较小,从9.6万吨增长到22.5万吨,增长134.4%。从饲用数量占各品种当年消费总量的比重来看,玉米为70%左右、燕麦为60%以上、高粱为40%以上^⑤。大豆、大麦直接饲用部分的

^①数据来源:产量数据来自国家统计局网站(<http://www.stats.gov.cn>),进出口数据来自中国海关统计数据在线查询平台(<http://stats.customs.gov.cn/>)。

^②猪肉生产过程中将饲料能量转化为畜产品能量的效率明显高于牛羊肉和牛奶等的生产。正常饲喂生猪、育肥牛等牲畜,一部分饲料转化的能量通过不同途径被消耗掉,包括随着粪尿被排放、用于牲畜的生命维持等。其中:用于生命维持的能量被称为维持净能;满足消耗后多出部分的饲料转化为增重净能,用于牲畜增重,成为畜产品能量。在正常饲喂水平下,因为消耗部分所占比重对不同牲畜有较大差异,且不同牲畜将同一种饲料转化为增重净能的效率不同,所以,饲喂相同总量的同一种饲料,实际可为不同牲畜提供的用于增重的饲料数量及相应转化的增重净能和形成的畜产品能量,也有较大差异。牲畜最终获得的总增重净能与饲喂饲料总量的比值就反映了牲畜饲喂该饲料的投入产出效率,本文将其简称为“增重净能总产出率”。以玉米饲喂生猪来说,根据中国饲料成分及营养价值表(2020年第31版),1千克玉米可以为生猪提供11.17兆焦净能,参考刘德稳(2014)的实验数据,假设其中增重净能占56.5%,这个比例也被称为“能量的生长利用总效率”(Vermorel and Bickel, 1980),那么,玉米饲喂生猪的增重净能总产出率为6.31兆焦/千克。同样根据中国饲料成分及营养价值表,1千克玉米饲喂肉牛,如完全转化为维持净能或完全转化为增重净能,分别可提供9.35兆焦维持净能或7.21兆焦增重净能。实际生产中,饲喂育肥牛的饲料净能中60%~90%被用于生命维持等损耗(Vermorel and Bickel, 1980; Ferrell and Jenkins, 1985)。假设增重净能占总净能的35%,那么,玉米投入的约41%被转化为增重净能,玉米饲喂育肥牛的增重净能总产出率则为2.96兆焦/千克。可见,生猪比肉牛的投入产出效率高113.0%。在此,特别感谢中国农业大学动物科学技术学院孟庆翔教授、国家奶牛产业技术体系首席办姚琨博士、科迪华(中国)投资有限公司史枢卿博士提供动物营养相关数据、文献以及对相关问题的耐心解答,此处分析若有谬误由作者本人负责。

^③1990—2000年,饲料加工量仅增长58.0%,年均增长4.7%。比较可以看出,2000年以来饲料需求量增长更快。数据来源:国家统计局网站(<http://www.stats.gov.cn>)。

^④大豆直接饲用数量近年波动较大,如果按过去三年均值比较,1998—2000年大豆年均直接饲用数量128.9万吨,2017—2019年增至765.1万吨,增长了493.6%。数据来源:联合国粮食及农业组织网站(<https://www.fao.org/faostat/en/#data>)。

^⑤数据来源:联合国粮食及农业组织网站(<https://www.fao.org/food-agriculture-statistics/capacity-development/food-balances/>)。

占比基本都低于 10%，但是两种作物用于加工的部分数量大、增长快、占比高，加工后的副产品主要用于饲料，甚至饲用副产品价格对加工具有主导作用。其中，大豆加工数量从 1588 万吨增长到 8630.8 万吨，增长了 443.5%；加工用途的大豆占比从 64.6% 上升到 89.3%，增长了 24.7 个百分点。

从国际比较来看，中国畜产品需求及其结构仍将继续增长和变化，并推动饲料粮需求增长。基于 FAO 食物平衡表，笔者计算了动物源热量和动物源蛋白在各国膳食热量和膳食蛋白摄入量总量中的占比（以下简称“动物源膳食热量占比”和“动物源膳食蛋白占比”）。从结果来看（见图 1），随着收入增长，动物源营养的占比都呈现一个上升并在达到一定水平后趋于稳定的变化过程。目前，中国动物源膳食热量占比略高于韩国，仍低于日本，明显低于美国和欧盟；动物源膳食蛋白占比不仅低于美国、欧盟，也大幅低于日本和韩国。以与中国饮食传统相近的日本和韩国的有关变化趋势为参照，中国城乡居民食物消费的动物源膳食热量占比进一步大幅增长的可能性较小，但动物源膳食蛋白占比必然还要有较大增长。这个变化趋势意味着：在城乡居民动物产品消费中，高热量、低蛋白的猪肉的消费量将进一步下降，低热量、高蛋白的牛羊肉、奶和水产品的消费量将大幅增长。这个消费结构变化主要通过两个途径来推动饲料粮需求增长：一是导致人均畜产品消费总量增长，二是推动畜牧养殖向能量转化效率更低的结构转变。中国动物源营养占比的变化与欧盟、美国、日本、韩国的一个重要不同是在相对较低的收入水平上实现快速上升，这反映了中国畜牧业发展的成就，特别是反映了在资源约束下走以能量转化效率更高的生猪为主的畜牧业发展路径的有效性。但是，这个发展路径必然将因畜产品需求结构变化而调整，能量转化效率更低的畜产品占比显著增长，单位畜产品的饲料粮需求量也相应增长。

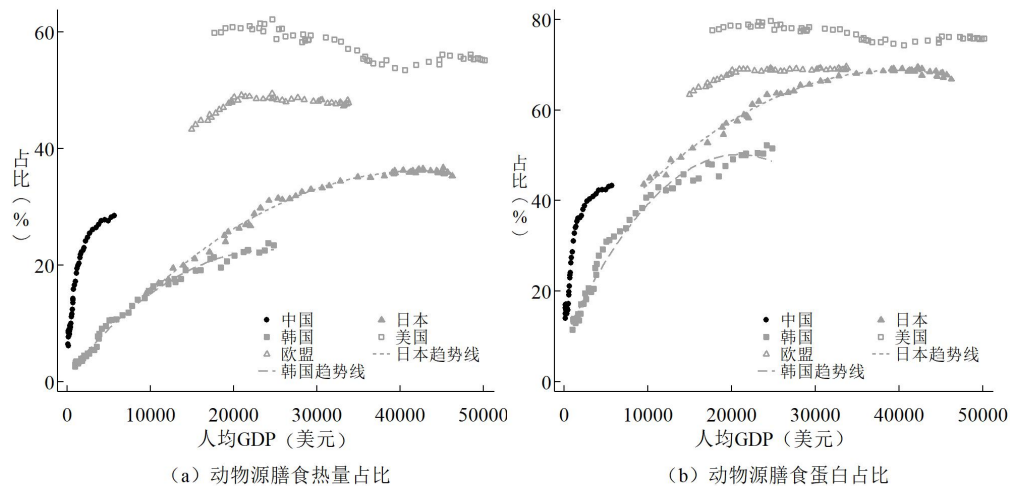


图 1 食物消费中动物源营养占比与经济发展

数据来源：FAO 食物平衡表，<https://www.fao.org/food-agriculture-statistics/capacity-development/food-balances/zh>。

（二）饲料粮国内供给长期不足

长期以来，中国农业生产是以粮食产量为核心，甚至存在片面追求粮食增产的导向，构建了以增产为导向的农业支持政策体系（叶兴庆，2017）。但是，随着食物消费结构升级，谷物直接消费需求

不断下降，以肉类为主的畜产品消费需求如前所述不断增加。由于农业生产结构调整滞后于（甚至有悖于）农产品消费需求结构转变，生产结构与需求结构存在错配并导致饲料粮国内供给长期不足。

1. 能量饲料与蛋白饲料播种面积占比偏低。从图 2 来看，能量饲料粮播种面积在农作物总播种面积中的占比（以下简称“能量饲料粮播种面积占比”）与中国的动物源膳食热量占比自 2013 年开始出现差距并持续扩大^①。

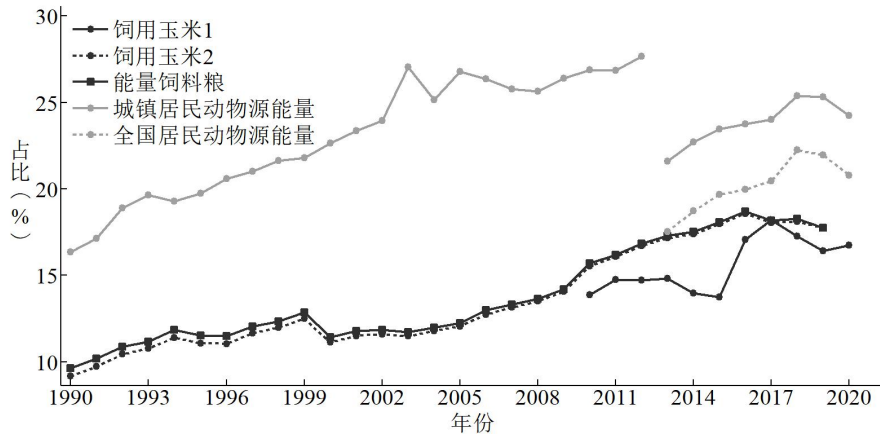


图 2 中国 1990—2020 年动物源膳食热量占比与能量饲料粮播种面积占比的变化情况

注：①饲用玉米播种面积占比是根据玉米播种面积占比与玉米总消费量中饲用量占比来折算的。其中，“饲用玉米 1”根据国家粮油信息中心的玉米饲用量和国家统计局的玉米总产量测算，“饲用玉米 2”根据 FAO 食物平衡表数据计算的饲用玉米消费占比计算。②因为国家统计局数据调整，动物源膳食热量占比在 2013 年出现断点，断点前后占比都呈上升趋势。

数据来源：国家统计局网站 (<http://www.stats.gov.cn>)、《中国统计年鉴》（1991—2021 年，历年）、中国海关统计数据在线查询平台 (<http://stats.customs.gov.cn>)、国家粮油信息中心《饲用谷物市场供需状况月报》(<http://www.grainoil.com.cn>)、FAO 食物平衡表 (<https://www.fao.org/food-agriculture-statistics/capacity-development/food-balances/zh>)。

根据国家统计局的居民食物消费调查数据，2020 年全国城乡居民平均的动物源膳食热量占比为 20.8%^②。玉米作为最主要的能量饲料粮，2020 年的播种面积占农作物总播种面积的 24.6%。根据国家

^①目前饲用的玉米仍主要是收籽实后用作饲料。按前文脚注，玉米饲喂生猪平均每千克扣除损耗后最终可提供约 6.31 兆焦增重净能，假设玉米亩产 500 千克，则每亩玉米最终可提供约 3155 兆焦增重净能。水稻和小麦直接食用每千克分别可提供约 14.47 兆焦和 14.59 兆焦膳食热量，如果都按亩产 500 千克计算，则每亩水稻和小麦分别可提供约 7235 兆焦和 7295 兆焦膳食热量，都是生产玉米并饲喂生猪可提供增重净能的近 2 倍（因为牲畜增重中还有很大比例的非食用部分，所以实际供给膳食热量的差异还要远大于这个比例）。因此，能量饲料粮播种面积占比与动物源膳食热量占比的差距低于能量饲料供给与实际需求的实际差距。

^②食物统计范围包括谷物、食用植物油、鲜菜、猪肉、牛羊肉、家禽、水产品、蛋类、奶类、鲜瓜果，未包括薯类、食糖、酒类等。

粮油信息中心测算数据^①，2020年玉米饲用消费量占总消费量^②的67.9%，按此比例折算，饲用玉米播种面积占中国农作物总播种面积的16.7%。这一比例与城乡居民膳食消费的动物源膳食热量占比相比低了4.1个百分点。由于进口玉米以转基因玉米为主，更多用作饲料，所以按饲用消费量占总消费量的比重折算将高估国产玉米中饲用消费的比重，相应地，也将高估饲用玉米播种面积占中国农作物总播种面积的比重、低估其与动物源膳食热量占比的差距。当然，由于玉米净进口量占总消费量的比重较低，这个偏误较小。综合考虑玉米、大麦、高粱三种作物的能量饲料粮播种面积占比仅略高于玉米播种面积占比，而且近年随着大麦、高粱等作物播种面积占比下降，两者差距进一步缩小。综合来看，2020年中国能量饲料粮播种面积占比与全国城乡居民动物源膳食热量占比仍有约4.0个百分点的差距，相当于动物源膳食热量占比的19.2%。

蛋白饲料播种面积占比与蛋白饲料需求之间在1990年初就有较大差距，之后又持续扩大(见图3)。2020年，全国城乡居民的动物源膳食蛋白占比为48.3%，当年蛋白饲料粮(大豆)播种面积占比仅5.9%，两者相差42.4个百分点，差距相当于动物源膳食蛋白占比的87.8%。由于国产大豆主要是直接食用，经榨油后以豆粕形式作为饲料的比重很低，因此两者之间的实际差距更大。

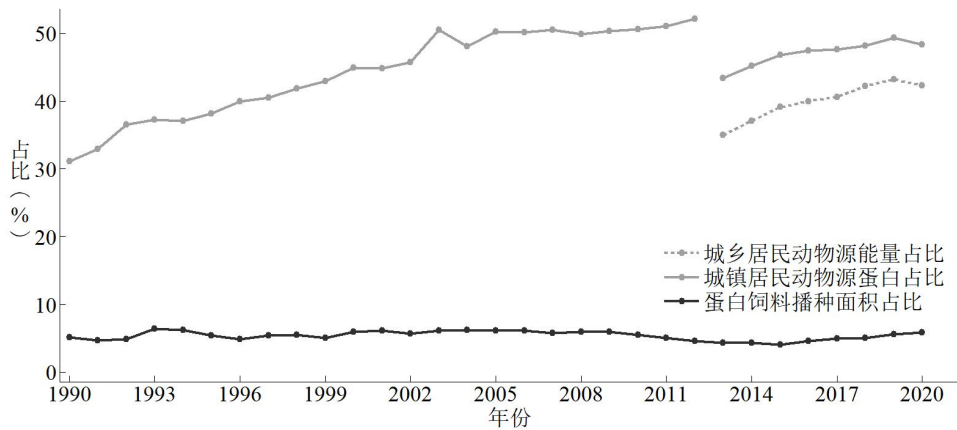


图3 动物源膳食蛋白占比与蛋白饲料粮播种面积占比

注：因为国家统计局数据调整，动物源膳食蛋白占比在2013年出现断点，断点前后占比都呈上升趋势。

数据来源：国家统计局网站 (<http://www.stats.gov.cn>)、《中国统计年鉴》(1991—2021年，历年)、中国海关统计数据在线查询平台 (<http://stats.customs.gov.cn>)。

需要指出的是：饲料粮供需之间长期有较大差距，尤其是蛋白饲料，但饲料粮供给不足问题近年才引起关注，一个重要原因是养殖模式变化及其对饲料需求结构的影响。近年来，畜禽养殖业的规模化发展不断加快，并导致畜禽养殖饲料投入的重要变化：一方面，随着家庭分散养殖退出，原本大量用于养殖的秸秆等农业废弃物和农户厨余废弃物无法再被用于畜禽养殖；另一方面，工业饲料需求快速增长带动对标准化、商品化饲料粮的需求。

^①数据来源：国家粮油信息中心网站 (<http://www.grainoil.com.cn/ChannelIntegratedinfo/1453.jhtml>)。

^②此处的总消费量为总产量加净进口量的表观消费量。

2. 饲料粮价格快速攀升。饲料粮供给不足的一个重要表现是供需失衡导致饲料粮价格快速攀升。其中，玉米供需关系已迅速从供给侧结构性改革之前的过剩转变为现在的短缺状态，近年的供需缺口和进口压力加大（仇焕广等，2021）。玉米价格自2017年初至2019年末一直缓慢上升，2020年以来更是大幅升高。根据农业农村部监测数据，玉米集贸市场批发价格自2017年3月之后就不断回升，2020年初以来开始快速提高，2021年6月超过3.0元/千克。根据行情宝网站的市场监测数据^①，2021年部分地区玉米价格最高时超过3.3元/千克。豆粕价格自2020年中开始也经历了大幅增长，2021年2月升到3.95元/千克，这是此前近7年的最高价格，2022年3月底进一步攀升至4.9元/千克，一些地方甚至高达5.3元/千克^②。可以说，2020年以来，饲料粮供给不足和价格攀升问题日趋突出。

3. 依赖饲料粮政策性储备弥补供需缺口。在饲料粮供需矛盾驱动下，饲料粮政策性储备快速释放。2015年国家取消玉米临时储备制度，2015—2017年，库存临储玉米的交易量依然很低，三年合计仅有2299.5万吨；与计划交易数量相比的成交率也较低，临储玉米交易量占玉米表观消费量的比重仅为1.7%~3.8%（见表1）。

表1 2015—2020年国家临储玉米交易情况

年份 (年)	计划数量 (万吨)	成交数量 (万吨)	最高价 (元/吨)	最低价 (元/吨)	平均价 (元/吨)	成交率 (%)	占表观消费量 比重 (%)
2015	9133.8	458.3	—	—	2297	5.0	1.7
2016	5869.9	1022.8	1770	1650	1607	17.4	3.8
2017	1305.0	818.4	1680	1680	1331	62.7	3.1
2018	22459.3	9982.3	1790	1498	1239	44.4	38.3
2019	8060.0	2191.0	1870	1600	1674	27.2	8.3
2020	6006.0	5694.8	2590	2430	1916	94.8	20.9

数据来源：根据国家发展和改革委员会网站（<https://www.ndrc.gov.cn/index.html>）和国家粮食交易中心网站（<http://www.grainmarket.com.cn>）信息整理。由于可查到的信息不一定完整，统计结果与实际情况可能存在差异。

2018年，临储玉米交易量暴涨到9982.3万吨，占表观消费量的比重增至38.3%。虽然2018年临储玉米交易的成交均价是近年最低，但也仅略低于2017年，说明临储玉米交易量大幅增长并没有导致玉米供求关系显著失衡，同时也意味着没有临储玉米的补充，玉米供给是显著不足的。2019年，临储玉米交易量降至2191.0万吨，成交均价与2018年相比大幅提高35.1%。2020年，随着玉米国际市场供给紧张和国内外价格大幅攀升，临储玉米交易量又大幅升至5694.8万吨，成交率甚至高达94.8%；相较于往年的低成交率，临储玉米交易呈现出“抢购”特征，突出反映了供需关系偏紧的市场预期。同时，临储玉米交易价格继续攀升，与2019年相比进一步提高14.5%。大幅增长的临储玉米交易在弥补供给缺口方面发挥了积极作用。但是，由于玉米临储政策已经取消，临储玉米交易量大幅增长就意味着临储玉米库

^①数据来源：行情宝网站（<https://hqbnxin.com/hqb/index.shtml>）。

^②数据来源：农业农村部监测数据（<http://zdscxx.moa.gov.cn:8080/nyb/pc/calendar.jsp>）、行情宝网站（<https://hqbnxin.com/hqb/index.shtml>）。

存量的大幅减少，实际上目前临储玉米库存已基本消耗殆尽，不具备继续大幅补充饲料粮供给的能力。

（三）饲料粮进口快速增长并成为供给的重要来源

国内饲料粮供给不足的一个重要结果是饲料粮进口快速增长。在能量饲料方面，玉米在 2010 年首次从净出口转变为净进口；受国内玉米供给不足和价格高涨的影响，玉米总进口量 2020 年增至 807.9 万吨，比 720 万吨的进口关税配额总量高了 12.2%，2021 年更是暴增至 2835.3 万吨，同比增长 250.9%。作为替代玉米的能量饲用粮（下文简称“玉米替代饲料粮”），大麦、燕麦和高粱进口量也大幅攀升，尤其在 2015 年之前。2015 年，大麦、燕麦和高粱三种产品总进口量达到 2158.6 万吨，是 2010 年的 8.8 倍。玉米临储制度导致玉米价格偏高，并大量进入库存，饲料粮需求只能靠进口这些替代产品来满足。2015 年之后，随着国家取消玉米临储制度、玉米去库存以及“粮改饲”等系列改革的推进，三种玉米替代饲料粮的进口量有所回落。但是，2020 年随着饲料粮供给不足问题进一步凸显，三种产品进口量又增至 1312.6 万吨，同比增长 87.5%；2021 年进一步增至 2223.1 万吨，同比增长 69.4%。在蛋白饲料方面，豆粕是主要的蛋白饲料，是大豆榨油的副产品，豆粕饲用需求也是驱动大豆进口的主要因素。大豆进口自 21 世纪初就持续快速增长，2020 年首次突破亿吨，达到 10032.7 万吨，2021 年稍有回落，但仍高达 9651.8 万吨。

就饲料粮各品种净进口量占表观需求量的比重来看（见图 4），2019 年玉米仅为 1.8%，虽然是近年来的高点，但是仍低于 2012 年的 2.1%。近十年，大麦、高粱供给对进口的依赖度有较快上升，大麦净进口占总需求量的比重从 2007 年最低时的 22.2% 快速增长到 2015 年的 87.6% 后，保持在 80% 以上；高粱在 2012 年从有少量净出口转变为净进口，净进口占总需求量的比重在 2015 年就升至 82.3%，之后有所回落，但仍超过 50%。大豆净进口占总需求的比重自 2000 年开始就稳步上升，从 40% 增长到目前的接近 80%。

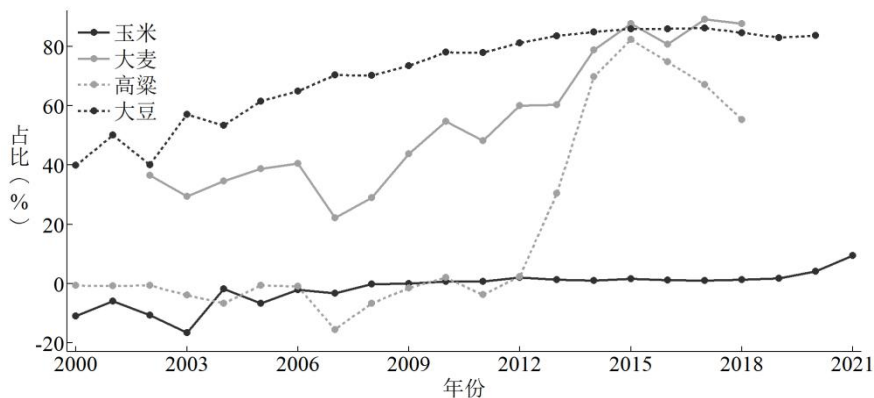


图 4 中国 2000—2021 年主要饲料粮净进口占总需求的比重变化

数据来源：国家统计局网站 (<http://www.stats.gov.cn>)、《中国统计年鉴》（2001—2019 年，历年）和中国海关统计数据在线查询平台 (<http://stats.customs.gov.cn>)。

在消费结构上，大麦和高粱在能量饲料粮消费中的占比依然有限，玉米仍是能量饲料的主体；国产大豆主要直接食用，用作饲料粮的比重较低。总体来说，能量饲料粮供给整体上仍以国内为主，饲

用蛋白原料供给主要依赖进口，进口依存度超过 80%。

三、中国饲料粮供给安全面临的主要问题与挑战

除了国内供给不足，饲料粮供给安全还面临以下挑战：粮饲结构错配和饲料粮短缺问题由于口粮自给率认识误区还在继续深化，饲料粮生产面临潜力利用不足与空间错配，饲料粮科技投入与科技支撑不足，饲料粮对外依赖面临更大脆弱性等。

（一）粮饲结构错配与饲料粮短缺因口粮自给率认识误区持续深化

饲料粮短缺伴随着口粮供给过剩，两者并存呈常态化（刘长全，2021）。根据国家粮油信息中心测算的供需平衡表数据^①，2019—2021 年，中国稻谷累计结余 3849 万吨，小麦结余 1799 万吨。同时，稻谷、小麦口粮性质的食用消费量在各自总产量、总消费量中的占比明显下降，而口粮转为饲用的量以及口粮品种饲用比例都明显升高。2010—2021 年，中国稻谷、小麦饲用总量从 2600 万吨增至 7150 万吨，增长了 175.0%，饲用量占食用、饲用、工业转化总量的比重从 9.0%升至 20.4%。2021 年，小麦饲用量高达 3800 万吨，比上年增长了 2250 万吨，如果没有饲用量的增长，当年小麦将结余 1911 万吨，结余量将比上年度增加 304 万吨。

口粮过剩与饲料粮短缺的原因是片面追求粮食增产的农业生产结构与不断升级的食物需求结构之间存在错配，农业生产结构调整滞后于保障大食物安全的需要。一方面，畜产品需求不断增加并带动饲料粮需求增长；另一方面，出于对国家安全、社会稳定的考虑，政府感知的粮食安全标准要高于国际公认的粮食安全标准或技术层面的安全水平，由此形成以口粮作物产量为核心甚至是片面追求口粮作物增产的导向，耕地等资源和农业支持政策都聚焦于口粮生产。近年，虽然包括粮食和畜产品等在内的多元食物供给安全问题日益得到重视，但是，农业资源配置和农业支持政策仍以口粮作物增产为导向，饲料粮短缺与供给安全未得到足够重视。

在既有粮食安全与农产品供给安全目标导向下，口粮安全形势判断关系到农业资源配置和农业结构调整的政策选择，而按不同口径测算的口粮自给率存在较大差异，并影响对口粮安全形势的判断。目前围绕“口粮绝对安全”所保障的口粮需求量不是“口粮”实际所指的口粮品种的食用消费量，而是口粮品种的总消费量，后者既包括食用消费量，也包括饲用消费等其他用途的消费量。随着食物消费结构升级和用途转变，后者可能继续增长，而前者则绝对下降。按总消费量与食用消费量区分，存在两个有明显差异的自给率，分别是国内产量与口粮品种总消费量之比（以下简称“口粮品种总消费自给率”）和国内产量与口粮品种食用消费量之比（以下简称“口粮品种食用消费自给率”）。2020/21 年度中国稻谷和小麦按品种总消费量计算的自给率分别为 100.7%和 90.6%^②，稻谷处于紧平衡状态，

^①在这一部分，稻谷、小麦的各类消费量与供需平衡数据如无特别说明，均为笔者根据国家粮油信息中心测算的供需平衡表数据（<http://www.grainoil.com.cn>）计算。

^②国家粮油信息中心供需平衡表是按当年 10 月至次年 9 月的市场年度核算，“2020/21 年度”即指 2020 年 10 月至 2021 年 9 月期间，以此类推。

小麦则存在较大产需缺口。但是，同期两个品种直接的食用消费量占总消费量的比重分别仅有 74.8% 和 68.8%，按食用消费量计算的自给率分别高达 133.7% 和 145.4%，都存在明显的过度保障问题（见表 2）。

表 2 中国稻谷与小麦按不同口径测算的自给率

	稻谷			小麦		
	2018/19	2019/20	2020/21	2018/19	2019/20	2020/21
食用消费占比 (%)	74.7	75.4	74.8	70.6	68.1	68.8
饲用与损耗占比 (%)	7.1	7.9	15.8	13.7	11.6	28.5
工业消费占比 (%)	8.2	9.5	8.0	9.1	6.9	8.6
口粮品种总消费自给率 ^a (%)	110.3	107.1	100.7	102.0	109.8	90.6
口粮品种食用消费自给率 ^b (%)	133.8	132.7	133.7	141.6	146.8	145.4

注：国家粮油信息中心原始供需平衡表数据中 2020/21 年度的生产量与国家统计局公布的 2020 年产量对应，仅有微小差异，其他年度也是如此。

a. 口粮品种总消费自给率=口粮品种国内产量/口粮品种总消费量×100%；b. 口粮品种食用消费自给率=口粮品种国内产量/口粮品种食用消费量×100%。

资料来源：根据国家粮油信息中心（<http://www.grainoil.com.cn>）供需平衡表数据计算。

口粮自给率口径认识误区将导致对口粮安全形势的错判以及资源错配问题的延续与深化。2018/19 年度至 2020/21 年度，中国稻谷品种总消费自给率从 110.3% 降至 100.7%，小麦品种总消费自给率更是从 102.0% 降至 90.6%，但是两个品种的食用消费自给率一直分别保持在 133% 和 140% 以上。如果依据品种总消费自给率，将会得出稻谷供需关系趋紧、小麦供给严重不足的判断，并进一步鼓励两种作物的生产，进而导致稻谷、小麦食用消费自给率进一步上升，口粮品种食用消费过度保障问题和资源配置扭曲问题也将进一步深化。在口粮品种总消费自给率偏紧、食用消费自给率过高而饲料粮供给又不足的情况下，饲料粮价格攀升将驱动口粮作物转饲用消费，从品种总消费的角度看口粮需求上升，并导致口粮品种总消费自给率下降和口粮品种价格增长，以维持品种总消费自给率为导向的政策将进一步推动口粮品种食用消费自给率上升和饲料粮供给下降。也就是说，如果政策导向依据错误口径的口粮自给率，将会通过食用消费与饲用消费之间的转化，在口粮品种总消费的供需紧张关系与饲料粮供需紧张关系之间形成相互传导的机制，进而导致资源错配问题的延续和深化，陷入政策目标失焦引起的问题循环和累积（见图 5）。忽视口粮转饲用变化的口粮品种总消费自给率掩盖了口粮过剩、饲料粮短缺的问题本质。结构问题的循环累积也将导致多重不利影响：市场层面自发调整以应对粮饲供需失衡，口粮作物转饲用的比例不断上升，效率损失也不断增加；资源配置效率下降导致农产品供给总体对外依赖度偏高并不断上升；口粮价格与饲料粮价格偏高；维持当前供给结构的财政负担和政策成本不断上升；生产结构与生产潜力、水土资源承载力偏离，并导致资源环境压力增大。

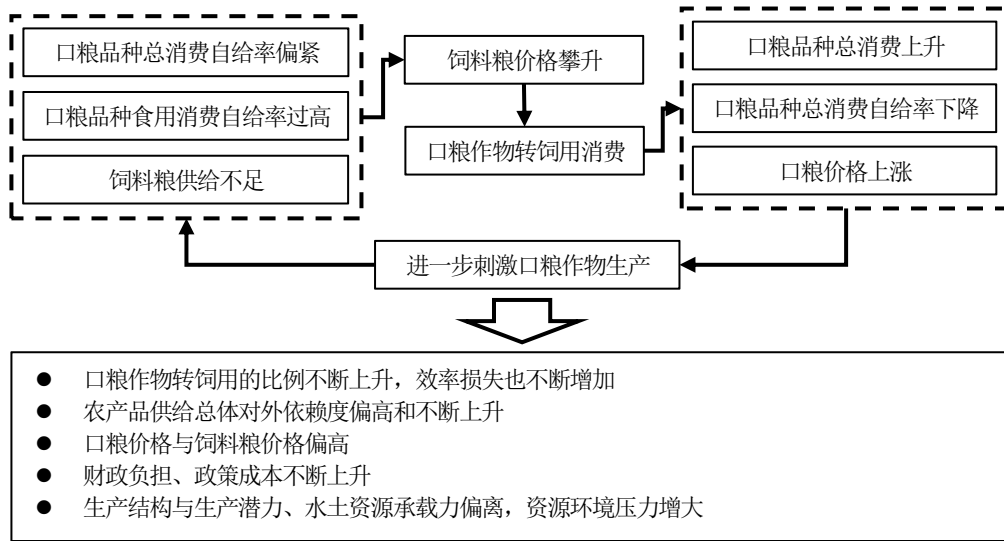


图5 口粮自给率口径认识误区对资源错配的影响

（二）饲料粮生产同时面临资源潜力利用不足与空间错配

FAO 的全球农业生态区划（GAEZ）模型综合考虑土壤、光、温、水、作物、生产管理等条件测算了不同时期主要农作物在全球各区位可确保土地可持续利用的单产潜力，依据各国产量统计数据与各区位土壤、实际气候、生产条件等测算了不同时期主要农作物在各区位的实际单产（Fischer et. al., 2021）。GAEZ 模型测算数据常被用于衡量主要农作物在全球各区域的生产潜力、生产率和技术进步（Costinot and Donaldson, 2012; Nunn and Qian, 2011; Bustos et. al., 2016）。基于 GAEZ（V4）中 2011—2040 年单产潜力数据与 2010 年实际单产数据^①来分析，中国饲料粮生产存在以下资源利用和空间配置问题：

1. 饲料粮生产潜力开发水平较低。中国除了水稻总体上已面临潜力过度开发问题，其他主要粮食作物的实际单产普遍低于单产潜力^②，饲料粮作物实际单产与单产潜力的差距更大。具体来说，玉米实际单产与单产潜力之比（以下简称“潜力开发系数”）平均仅有 0.69，大豆只有 0.58，但是，水稻生产在多数地区存在潜力过度开发问题，潜力开发系数平均达到 1.15，小麦平均也达到 0.77（见表 3）。同一种作物在不同地区的潜力开发水平有较大差异。就玉米来说，其潜力开发系数在潜力开发水平最

^①GAEZ 模型分别基于 5 个不同气候模型（GFDL-ESM2M、HadGEM2-ES、IPSL-CM5A-LR、MIROC-ESM-CHEM 和 NorESM1-M）对单产潜力进行了测算。由于不同气候模型的结果可能有较大差异，同时对单产潜力的测算结果会有较大影响，所以本研究计算各区域不同测算结果的均值来衡量单产潜力。单产潜力和实际单产数据都是以 5 角分×5 角分（在赤道位置约 9.2 公里×8.5 公里）的栅格形式发布，本研究基于国家 1：100 万基础地理数据的国界和县界等数据，通过 R 软件对栅格数据进行了提取和汇总。2010 年实际单产是关于单产的最新数据。

^②需要指出的是，单产潜力不是固定不变的，而是相对于一定条件而言，技术进步将推动作物单产潜力提升，甚至是生长空间的延展，即提高对非常规生产空间的适应性。

高的 20% 的县平均达到 0.91，而在最低的 20% 的县平均仅 0.57。大豆潜力开发系数在最低的 20% 的县平均仅 0.48，在最高的 20% 的县平均为 0.75。分组后，水稻的潜力过度开发问题更加突出，其潜力开发系数在最低的 20% 的县平均达到 0.89，在最高的 20% 的县平均高达 1.57；小麦潜力开发系数在最高的 20% 的县也达到 1.03，存在过度开发问题。不同粮食作物潜力开发水平的差异突出，这表明，以口粮作物增产为导向的政策也导致了口粮、饲料粮在资源潜力开发水平上的不平衡。

表 3 中国主要粮食作物潜力开发系数的平均水平

分组		玉米	大豆	小麦	水稻
总体		0.69	0.58	0.77	1.15
按潜力开发系数 分组 ^a	1	0.57	0.48	0.63	0.89
	2	0.62	0.53	0.69	1.00
	3	0.66	0.56	0.73	1.09
	4	0.72	0.60	0.78	1.23
	5	0.91	0.75	1.03	1.57
按单产潜力 分组 ^b	1	0.85	0.70	0.93	1.51
	2	0.70	0.58	0.79	1.20
	3	0.67	0.58	0.74	1.08
	4	0.66	0.55	0.72	1.01
	5	0.60	0.52	0.69	0.96

注：a.按潜力开发系数五等分分组，1 是潜力开发水平最低组，5 是潜力开发水平最高组；b.按单产潜力五等分分组，1 是单产潜力最小组，5 是单产潜力最大组。

数据来源：FAO GAEZ 网站（<https://gaez.fao.org/pages/data-access-download>）。

2.潜力开发呈现“高潜低用，低潜超用”问题。从主要粮食作物在全国 2356 个县（区）的潜力开发系数的分布可以看出（见图 6）：各作物潜力开发水平都与单产潜力呈反向关系，存在高潜力地区潜力开发水平低、低潜力地区潜力过度开发问题。按单产潜力将所有县分组，玉米潜力开发系数在单产潜力最小的 20% 的县平均达到 0.85，在单产潜力最大的 20% 的县平均仅 0.60，大豆、小麦、水稻也呈类似分布特征。总体来看，“高潜低用”问题主要集中在黄淮海、东北及关中平原等地区，而“低潜超用”问题在云贵川及西北地区更突出。需要指出的是，各作物在单产潜力很低的区域普遍存在潜力过度开发问题。在各自单产潜力最低的 5% 的区域（栅格），玉米、大豆的潜力开发系数分别达到 2.09 和 1.13，小麦为 1.52，水稻则高达 3.01。

“高潜低用、低潜超用”问题反映的是粮食生产与资源条件的错配，这将同时导致产能损失和生态风险，对饲料粮供给安全和可持续发展都有不利影响。该问题的出现更多缘于政策层面资源配置机制问题，特别是耕地与农业开发相关的政策问题。首先，条件好、质量高的耕地在收益最大化的驱动下更多地被转用于其他高值品种的生产。其次，国家政策层面高度重视干旱半干旱等低潜力地区粮食生产能力的开发，特别是短期生产能力的提升，对可持续性重视相对不足。华北平原地下水“漏斗区”的发展是这个问题的集中表现。再次，高质量耕地流失更快，且占补平衡与增减挂钩等政策实施过程

中存在“耕地质量不减”要求落实不到位问题，影响耕地结构与利用。研究表明，2013—2017年全国高产出和中等产出地区耕地减少速度分别是全国平均水平的1.3倍和2.3倍，低产出地区耕地面积增加0.2%（刘长全，2021）。最后，对饲料粮来说，更重要原因是其在资源配置中的弱势地位，即使在高潜力地区饲料粮生产依然可能面临区位、设施设备等方面的不利条件。

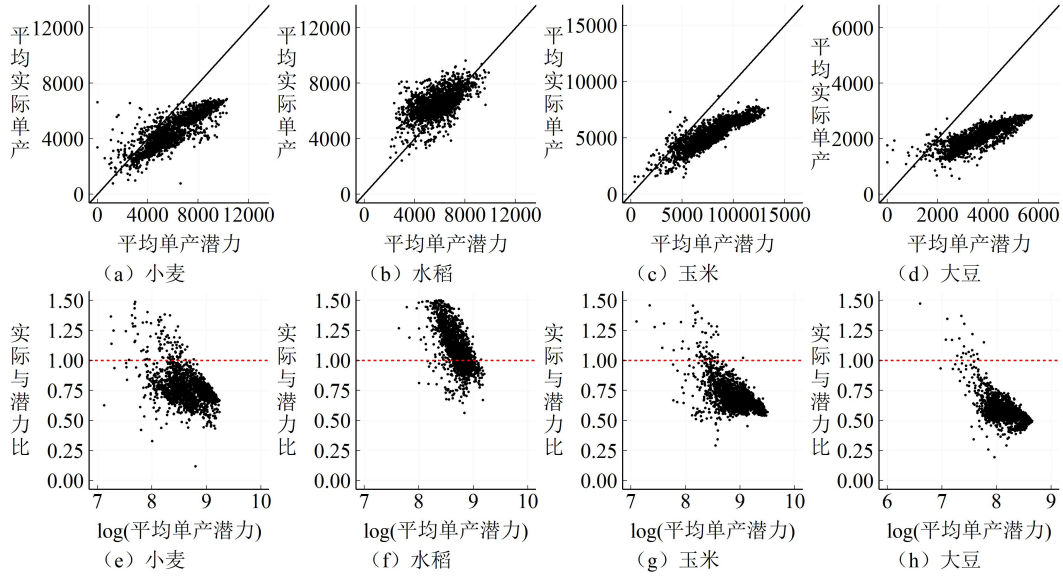


图6 按县分粮食实际单产与单产潜力的分布

注：实际单产与单产潜力的单位都是千克/公顷

数据来源：FAO GAEZ 网站 (<https://gaez.fao.org/pages/data-access-download>)。

3. 饲料粮潜在优势区面临更突出的实际优势品种与潜在优势品种偏离问题。本文基于单产潜力与实际单产分别计算不同作物在各区域的潜在比较优势指数和实际比较优势指数。具体计算方法为：

$$CA_{ij} = (p_{ij}/P_j) / \left[\sum_j (p_{ij}/P_j) / n_i \right] \quad (1)$$

(1) 式中： CA_{ij} 为比较优势指数， p_{ij} 是 i 地区 j 产品的单产（单产潜力或实际单产，下同）， P_j 是 j 产品的全国平均单产， n_i 是 i 地区种植的产品数量， p_{ij}/P_j 衡量了 i 地区 j 产品的相对效率（单产）。比较优势指数反映了地区内不同品种间的相对优势^①，即一个区域内比较优势指数高的品种相

^①指数另一种可能的计算方法是： $CA_{ij} = (p_{ij}/P_j) / (P_i/P_{overall})$ ，其中， $P_{overall} = \sum P_j/n$ 是全国所有产品平均单产的均值， n 是全国种植的所有产品的数量。但是，与本文所用方法相比，该方法存在结构性偏误，即当某地区如果仅种植部分相对于其他作物来说单产较低的作物，即使其种植的各作物具有与全国平均水平一样的单产水平，因为计算公式中分母小于1，其各作物的比较优势指数也会较高。另外需要指出的是，该方法与本文所用方法都存在两个不足：一是比较优势指数不能反映地区之间平均效率的差异及其变动的影响，这点与以上的结构性偏误都会影响指数的跨地区比较；二是比较优势指数不能反映或不能正确反映产品价值差异及其变动的影响（如需详细论证可与作者联系）。因此，综合来看，比较优势指数仅适用于地区内部不同品种间相对优势，尤其是单产相对优势的比较。

对于比较优势指数低的品种具有单产的相对优势。依据单产潜力计算的比较优势指数反映潜在比较优势，而依据实际单产计算的比较优势指数则反映实际比较优势。一个区域内潜在比较优势指数最大的品种是其潜在优势品种，实际比较优势指数最大的品种是其实际优势品种，该区域是其潜在（实际）优势品种的潜在（实际）优势区。从结果来看，水稻潜在优势区在全国水稻、小麦、玉米、大豆四种作物所有潜在产区中占 31.6%，大豆、小麦和玉米潜在优势区分别占 24.6%、26.9%和 16.9%。

一个区域的实际优势品种与潜在优势品种可能偏离，这意味着生产结构与资源禀赋条件的偏离，将导致资源配置效率的损失。从数据来看（见表 4），玉米潜在优势区面临最突出的实际优势品种与潜在优势品种偏离问题。在玉米潜在优势区，44.3%的区域玉米为实际优势品种，分别有 36.5%和 16.0%的区域实际优势品种是小麦和水稻；在小麦潜在优势区，高达 82.0%的区域优势品种就是小麦；在水稻潜在优势区，累计有 37.3%的区域的实际优势品种是水稻以外其他品种，有 21.3%的区域的实际优势品种是玉米或大豆。实际优势品种与潜在优势品种偏离的原因，除了进口与需求结构等因素对生产的影响，最重要的应该是不平衡的支持政策导致生产端投入强度以及品种创新等技术进步速度存在差异，进而影响对不同品种的生产潜力的开发。

表 4 潜在优势品种与实际优势品种分布

		潜力比较优势最大品种			
		玉米 (%)	大豆 (%)	小麦 (%)	水稻 (%)
实际比较优势最大品种	玉米	44.3	8.0	7.7	15.0
	大豆	3.2	75.4	7.4	6.3
	小麦	36.5	10.2	82.0	16.0
	水稻	16.0	6.4	2.9	62.7
栅格数 (个)		12010	17400	19045	22374

实际优势品种与潜在优势品种偏离是资源潜力开发不平衡的结果，同时伴随着口粮品种更严重的潜力过度开发问题。将玉米潜在优势区按实际优势品种分为四类，详见图 7 (a)。玉米生产潜力开发系数在玉米实际优势区的均值为 0.60；在水稻和小麦实际优势区则略高，平均分别为 0.65 和 0.61；在大豆实际优势区则偏低，平均仅 0.55；在玉米以外其他品种实际优势区的均值为 0.60。平均而言，玉米潜在优势区实际优势品种与潜在优势品种偏离未导致玉米潜力开发水平的下降。但是，实际优势品种与潜在优势品种偏离都伴随着实际优势品种潜力开发水平的上升，特别是水稻和小麦，并导致更严重的潜力过度开发问题，详见图 7 (b)。在水稻同时为潜在优势品种和实际优势品种的区域，水稻生产潜力开发系数均值均为 1.08，而在水稻为实际优势品种、玉米为潜在优势品种的区域，水稻生产潜力开发系数均值高达 1.41；在小麦同时为潜在优势品种和实际优势品种的区域，小麦生产潜力开发系数均值为 0.62，而在小麦为实际优势品种、玉米为潜在优势品种的区域，小麦生产潜力开发系数均值达到了 1.01。

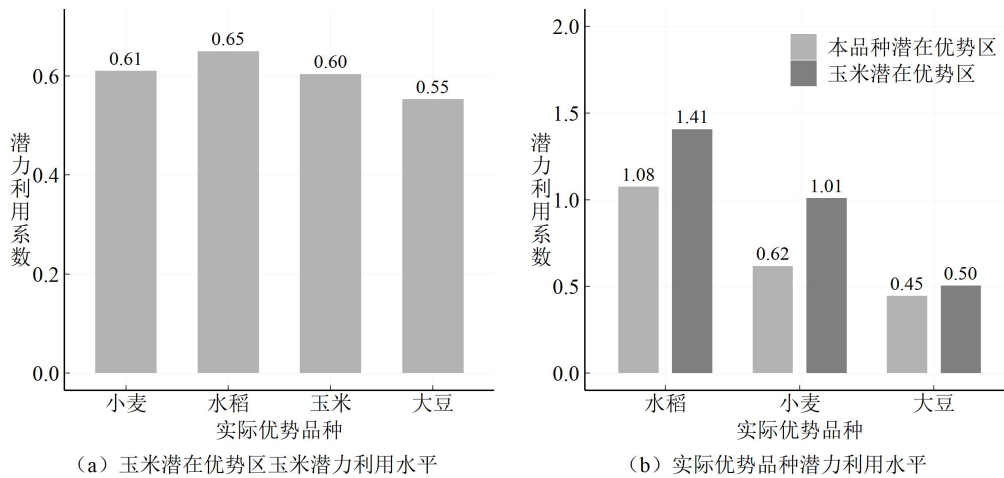


图7 按县分粮食实际单产与单产潜力的分布

数据来源：FAO GAEZ 网站 (<https://gaez.fao.org/pages/data-access-download>)。

(三) 饲料粮科技创新投入少，竞争力提升与发展后劲缺少支撑

科技创新是农业生产力发展的第一动力，也是粮饲结构调整、保障饲料粮供给安全的重要支撑。饲料粮新品种研发创新是饲料粮科技创新的一个重要方面。但是，中国饲料粮的饲用品种研发明显滞后，与饲料粮品种已主要用于饲用消费的现实需求有较大差距，难以支撑饲料粮产业发展。基于农业农村部中国种子审定数据^①，将品种特征或产出特征中标示饲用或青贮性状的审定品种都视为饲用品种^②，本文对中国主要粮食作物审定品种和其中的饲用品种数量进行了比较分析。从结果（见表5）可以看出，中国饲料粮饲用品种研发与供给存在以下问题：

1. 饲用品种数量少，比重低。在 15520 个玉米审定品种中，按以上宽松标准来统计，饲用品种也仅 501 个，占 3.2%。小麦、水稻虽然是主要作为口粮消费的作物，但研发专门用于饲用的小麦、水稻品种也有重要作用：一是可以用于调节饲料结构；二是有利于适应部分地区的资源环境条件，以增加青粗饲料供给；三是在口粮大量转饲用的现实情况下缓解效率损失。但是，相对于饲用玉米，饲用小麦和饲用水稻的研发更加滞后。在 4119 个小麦审定品种中仅有 4 个是饲用品种，仅占 0.1%；在 13020 个审定的水稻品种中仅有 2 个是饲用品种，占比微乎其微。大豆总共有审定品种 3053 个，其中饲用品种仅 1 个。在审定品种中，国审品种少，国审的饲用品种更少：玉米国审品种仅 2608 个，其中，饲用品种 92 个，占 3.5%；小麦、水稻和大豆都没有通过国审的饲用品种。

^①中国种子审定数据来源于中国种业大数据平台 (<http://202.127.42.145/bigdataNew/>)。本文所用数据包括 1977—2021 年（截至 9 月 11 日）玉米、小麦、稻谷、大豆和棉花的 43326 个国审或地方品种审定信息。同一品种存在多次审定的情况，有的是同时经过了国审和地方审定，有的则是不同生产性状经过多次国审或地方审定。去除重复后，实际有审定品种 37538 个。

^②这个标准较宽松，仅表明审定的品种适于饲用，而不一定是饲用专用品种。

表 5 中国主要粮食作物审定品种数量以及饲用品种占比

指标		玉米	小麦	水稻	大豆
总体	总品种数(个)	15520	4119	13020	3053
	饲用品种数(个)	501	4	2	1
	饲用占比(%)	3.2	0.1	0.0	0.0
2016年之前	总品种数(个)	7137	2477	7092	1836
	饲用品种数(个)	282	4	2	0
	饲用占比(%)	4.0	0.2	0.0	0.0
2016—2021年	总品种数(个)	8383	1642	5928	1217
	饲用品种数(个)	219	0	0	1
	饲用占比(%)	2.6	0.0	0.0	0.1

数据来源：中国种业大数据平台（<http://202.127.42.145/bigdataNew/home/service>）。

2015年，中国对作物品种审定制度进行改革，之后审定的新品种数量大幅增加。2016—2021年，中国累计审定玉米品种8383个，比2016年之前数十年审定的玉米品种总数还要多17.5%。中国也是在2015年开始实施农业供给侧结构性改革，在镰刀湾地区实施粮改饲政策，发展青贮玉米、苜蓿、燕麦、大麦等饲料作物。但是，2016—2021年玉米审定品种中饲用品种的占比仅2.6%，比2016年之前审定品种中饲用品种占比低了1.4个百分点。可以说，2016年以来饲用品种研发更加不足，未能为农业供给侧结构性改革、粮改饲政策实施提供种源支撑。

2. 饲用品种推广不足，品种研发和供给与饲料粮生产需求不匹配。首先，饲用玉米不仅品种数量少，还存在推广种植的比例低、规模小的问题。在中国审定的501个饲用玉米品种中，得到推广种植的仅72个，占14.4%（见表6）。虽然饲用品种推广比例略高于非饲用品种13.0%的推广比例，但是，得到推广的饲用品种平均累计推广面积仅685万亩，只有非饲用品种的35.1%。其次，饲用品种供需在空间上存在错配。以北京为例，近年在环保及疏解非首都功能等政策的驱动下，北京市畜牧业加快退出或向外迁移，对饲料粮的需求下降，对在当地种植饲料粮的需求更低。根据全国畜牧总站的饲料统计数据，近年北京已没有青贮玉米种植^①。但是，2016年以来，北京市审定的饲用玉米品种有12个，占全国地方审定饲用玉米品种数的6.2%，在全国各省（区、市）中排第5位，超过很多畜牧养殖和饲料粮需求大省^②，这与以上所述的北京畜牧业发展形势存在一定背离。

饲用粮新品种占比低主要缘于中国对饲料粮的战略定位偏低，并导致饲料粮新品种研发投入不足，在品种少、推广比例低的情况下平均总推广面积也小，反映的仍是饲料粮在整个种植结构中的地位偏低的问题。但是，新品种推广比例低并不意味着新品种供给过剩，主要问题是大量新品种的原创性不足、缺乏竞争优势和产业化潜力。由于种业知识产权保护不充分等原因，当前中国种业研发还存在大量低水平重复的模仿修饰性育种，很多所谓“新品种”并无创新性，也没有产业化的竞争优势。在没

^①实际情况可能是有种植，但不成规模，总面积很小。

^②此处将通过国审的品种全部剔除，仅针对完全由地方审定的品种展开分析。

有构建起商业化育种体系的情况下，当前中国种业研发还是主要靠政府项目资金的专家团队式创新模式，存在论文导向、专利导向，获得的新品种很多时候仅仅是为了获得项目成果、通过项目验收，而不是为了面向市场的产业化。这是新品种推广比例低的另一重要原因。另外，在这样一种创新模式下，种业创新的主体是高校和科研院所及其所属的专家团队，而这些创新资源高度集中在北京等中心城市，并不是畜牧业主产区和饲料粮主要产地，这也是饲料粮新品种在空间上供需不匹配的重要原因。

表 6 1977—2021 年中国主要粮食作物审定品种推广情况

种类	指标	玉米	小麦	水稻	大豆
所有品种	品种总数（个）	15520	4119	13020	3053
	推广品种数（个）	2026	991	2337	644
	推广品种占比（%）	13.1	24.1	17.9	21.1
	平均推广面积（万亩）	1513	1154	894	340
饲用	品种总数（个）	501	4	2	1
	推广品种数（个）	72	1	2	0
	推广品种占比（%）	14.4	25.0	100.0	0.0
	平均推广面积（万亩）	685	20	69	
非饲用	品种总数（个）	15019	4115	13018	3052
	推广品种数（个）	1954	990	2335	644
	推广品种占比（%）	13.0	24.1	17.9	21.1
	平均推广面积（万亩）	1543	1155	895	340

数据来源：中国种业大数据平台（<http://202.127.42.145/bigdataNew/home/service>）。

（四）饲料粮的对外依赖面临更大脆弱性

外循环的脆弱性主要取决于贸易在三个维度的依赖度：一是国内总供给对国际市场的依赖度，与之相对的就是国内总供给的自给率；二是进口对国际市场供给能力的依赖度；三是进口对少数来源地的依赖度。其中，对国际市场供给能力的依赖度又可分三个层次，分别是中国净进口占全球总出口的比重、中国净进口占全球总净出口的比重和中国新增净进口占全球新增总净出口的比重。全球总净出口指全球净出口国的净出口总量，与全球总出口相比，能更准确地衡量国际市场可获得的供给量。对少数来源地的依赖包括三个方面：一是进口集中度的高低，二是不同产品主要来源地的分散程度，三是对主要来源地供给能力的依赖度。

1. 饲料粮进口对国际市场供给能力依赖度高。首先，大豆、高粱净进口占全球总出口和总净出口的比重高。2018—2020 年，玉米三年年均净进口量占全球年均总净出口量的比重仅 4.0%^①（见表 7）。这意味着：如果面对局部性的国际关系或其他不确定性因素的冲击，进口需求可以通过调整进口来源得到缓冲，风险总体可控。但是，大麦三年年均净进口占全球年均总净出口的比重达到了 23.6%，高粱和大豆的这一指标则分别高达 55.5% 和 74.3%，这意味着，国际市场上可获得的净供给一半以上出

^①因为年度间存在一定的波动，计算三年平均值能更好地呈现总体趋势。

口到了中国，面对冲击因素时中国调整进口来源的潜力是比较有限的。

其次，大麦、燕麦、高粱和大豆的新增净进口占全球新增总净出口的比重高。2010—2020年，中国玉米的三年年均新增净进口占全球新增总净出口量的比重仅7.9%，甚至低于小麦和稻谷的这一指标，表明中国存在更多利用国际市场增加玉米供给的潜力。但是，大麦、大豆新增净进口量分别占到全球新增总净出口量的65.4%和68.9%；高粱三年年均净进口量则是在全球三年年均总净出口量减少41.6万吨的情况下增长309.2万吨。新增净进口量占全球新增总净出口量的比重高，一方面可能因为其他地区进口量增长缓慢，中国农产品进口对全球农产品贸易的驱动作用在增强，另一方面可能是全球新增供给增长缓慢，这意味着中国新增进口需求面临的供给约束在增强，相应的不确定性和风险也在提高。

表7 中国重要农产品进口在全球农产品贸易中的地位

品种	2020年中国净进口				2010—2020中国新增净进口
	占全球总出口(%)		占全球总净出口(%)		占全球新增总净出口(%)
	中国报告	对象国报告	中国报告	对象国报告	中国报告
小麦	2.3	2.8	2.6	3.2	10.4
稻谷	1.0	2.7	1.2	3.0	8.9
玉米	3.5	4.2	3.7	4.5	7.9
大麦	19.6	19.9	21.8	22.2	65.4
燕麦	5.8	1.7	7.2	2.1	26.9
高粱	53.7	60.0	55.2	61.7	-743.2
大豆	57.4	58.0	61.0	61.7	68.9
菜籽粕	12.9	13.0	16.1	16.2	32.9
豆粕	-1.5	-0.9	-1.7	-1.0	-3.8

注：“中国报告”指依据中国作为报告国的数据计算，“对象国报告”指依据中国贸易对象国报告的数据计算；为消除年度波动对趋势判断的影响，表中各指标都是依据过去三年均值计算，例如，2020年中国净进口量占全球总出口量的比重是2018—2020年年均净进口量占2018—2020年全球年均总出口量的比重。

数据来源：联合国UN Comtrade数据库 (<https://comtrade.un.org>)。

2. 饲料粮进口对少数来源地依赖度高。相较于口粮品种，饲料粮进口来源更加集中，不同品种的主要进口来源国相互叠加，且进口量在主要来源国净出口量中的占比更高，也就是说，对少数国家及其供给能力的依赖度更高。这意味着，局部政治经济和气候异常变动以及个别主要进口来源国供给能力波动，都可能对饲料粮进口产生更大且更广泛的冲击^①。2020年，小麦和稻谷最大进口来源国在中国进口总量中的占比分别为28.5%和31.3%，而高粱和燕麦则分别高达88.4%和79.9%，玉米和大豆也分别达到55.7%和64.1%，饲料粮中仅大麦较低，为28.0%。从排前三进口来源国的进口量在中国进口总量中的占比看，小麦和稻谷分别为75.7%和74.7%，而玉米、大豆、燕麦、高粱都超过95%，大

^①2022年2月以来俄乌局势对国际、国内饲料粮市场的冲击进一步反映了这个问题。

麦稍低，但也达到了 74.8%。从玉米、大豆等自排前三进口来源国进口量占中国总进口量的比重的变化情况看：①2000—2010 年期间，饲料粮进口集中度有明显上升，尤其是玉米，这一指标从 88.6% 上升到 99.4%，而作为口粮作物的小麦和稻谷的这一指标都有小幅下降。②2010—2020 年期间，小麦和稻谷的进口集中度进一步大幅下降，分别从 95.7% 和 98.9% 降至 75.7% 和 74.7%，分别下降了 20.0 个和 24.2 个百分点。在饲料粮中，大麦的进口集中度降幅较大，从 99.2% 降至 74.8%，但玉米、燕麦等的进口集中度都基本稳定，仅有小幅下降：玉米从 99.4% 降至 96.5%，燕麦和高粱都从原来的近 100.0% 下降 1 个百分点左右。

不同饲料粮的主要进口来源国相互叠加（见表 4）。其中，美国同时是中国高粱进口的第一大来源国、大豆和玉米进口的第二大来源国，澳大利亚是中国大麦和燕麦进口的第一大来源国、高粱进口的第三大来源国，加拿大是中国大麦进口的第二大来源国、燕麦进口的第三大来源国，阿根廷是中国高粱进口的第二大来源国、大豆进口的第三大来源国。那么，其中任何一个国家的饲料粮供给发生波动，都可能影响中国多个饲料粮品种的进口和供给，导致品种之间的调剂与互补作用弱化。与饲料粮品种相比，中国稻谷进口的三个主要来源国与其他主要饲料粮作物和口粮作物的主要进口来源国之间没有叠加，相对独立。

相较于口粮品种，中国饲料粮进口量在主要进口来源国的净出口总量中的占比更高。2020 年，中国自小麦进口主要来源国——法国和加拿大进口的小麦仅占各自小麦净出口总量的 12.3% 和 9.3%，自稻谷进口主要来源国——缅甸和越南进口的稻谷占各自稻谷净出口总量的 46.7% 和 14.5%（见表 8）。

表 8 2020 年中国进口量在前三进口来源国净出口总量中的占比 单位：%

来源国	玉米	大豆	大麦	燕麦	高粱	小麦	稻谷
美国	2/8.5	2/40.4			1/64.6	3/6.8	
加拿大			2/75.2	3/0.2		2/9.3	
乌克兰	1/22.5		1/44.9				
澳大利亚				1/70.6	3/57.7		
法国			3/26.2			1/12.3	
阿根廷		3/715.2			2/95.4		
保加利亚	3/10.2						
俄罗斯				2/39.9			
巴西		1/78.9					
巴基斯坦							3/11.9
缅甸							1/46.7
越南							2/14.5

注：“/”前是在中国进口总量中占比的位序，“/”后是在该国净出口总量中的占比。

资料来源：联合国 UN Comtrade 数据库（<https://comtrade.un.org>）。

在饲料粮方面，2020年中国自大豆进口主要来源国巴西、美国 and 阿根廷进口的大豆占各自大豆净出口量的78.9%、40.4%和715.2%^①，自大麦进口主要来源国——乌克兰和加拿大进口的大麦占各自大麦净出口量的44.9%和75.2%，自燕麦进口主要来源国——澳大利亚的进口量占其燕麦净出口总量的70.6%。饲料粮进口对主要来源国及其供给能力的依赖度更高，意味着主要进口来源国的产量、供给波动对中国饲料粮进口可能产生较大影响^②。

四、粮饲结构调整对破解农业结构矛盾、保障总体安全的作用

关于口粮自给率口径的认识误区导致对口粮自给率形势的错误判断，而口粮过度保障与饲料粮供需失衡之间的相互传导则导致资源错配的持续深化。因此，重新聚焦口粮自给率标准，即以口粮品种食用消费量为标准衡量自给率，并在保障口粮绝对安全的基础上增加饲料粮供给、保障饲料粮供给安全，是破解农业结构性矛盾的突破口。同时，在中国从保障粮食安全向保障大食物安全的转变中，这也是提高总体安全保障水平的必然要求。

按单位面积土地可供给的有效能计算，当前口粮饲料粮结构问题面临双重效率损失：一是口粮品种籽实饲用与饲料粮品种籽实饲用的效率差距；二是口粮品种、饲料粮品种籽实饲用与各自生产青贮的效率差距。结果是口粮品种籽实转饲用的效率远低于饲料粮品种收青贮的效率。以小麦来说，根据《中国饲料成分及营养价值表（2020年第31版）》，每千克籽实可提供增重净能6.46兆焦，按每亩产籽实500千克^③计算，亩均可提供增重净能3230兆焦^④；如果生产全株小麦青贮，亩产约1800千克，每千克可提供增重净能2.59兆焦，亩均可提供增重净能4662兆焦，是生产小麦籽实转饲用的1.4倍。对玉米来说，如果生产全株玉米青贮，亩产青贮量按3000千克计算^⑤，每千克青贮可提供增重净能4.35兆焦，亩均可提供增重净能高达13050兆焦，分别是生产籽实玉米后饲用的3.6倍、生产全株小麦青贮的2.8倍，更是生产小麦籽实转饲用的4.0倍^⑥。因此，在口粮过剩与饲料粮短缺并存的结构性矛盾

^①实际上，阿根廷国内大豆供给不足以满足对中国的出口，在其当年大豆净出口仅104.2万吨的情况下，对中国出口大豆746.6万吨，其中大部分属于进口后再出口中国。

^②自2021年2月底起，28家向中国出口干草（燕麦草）的澳大利亚企业的许可证开始陆续过期，截至2021年9月仅剩3家可继续出口中国，导致中国燕麦草进口量断崖式下降。虽然这次波动属于中国主动的策略性行为，但是也凸显了中国燕麦草进口对澳大利亚过度依赖而在国际市场上又缺乏进口来源调整空间的现实困境和现实风险。

^③根据国家统计局数据，2019年全国小麦平均单产实际为375千克/亩。

^④在此仅以增重净能数据为标准，按泌乳净能等其他有效能的分析结果基本一致。

^⑤该单产标准的假设较低。根据全国畜牧总站《中国草业统计2019》数据，当年全国青贮玉米种植的亩均青贮产量达到5258千克。

^⑥任继周等（2007）等研究显示，耕地生产玉米籽实每亩代谢能产量是生产小麦籽实的1.53倍。另外需要指出的是，虽然生猪存在能量转化效率的优势，但是，由于青贮与籽实在单产上有巨大差别，以亩均产出最终转化的畜产品能量为标准，种植青贮玉米养殖肉牛或奶牛的单产仍达到种植籽粒玉米养殖生猪的3倍多。

下，适度将口粮生产调整为饲料粮生产，将在保障“口粮绝对安全”的同时，更好地实现“谷物基本自给”，并提高饲料粮自给率，降低资源总体对外依赖度。

在表 9 的模拟中，情景 1 参照中国目前口粮、饲料粮与畜产品供需状况，假设全国耕地资源总量为 100 个单位，其中的 85 个单位用于口粮品种籽实的生产，产出的 70%用于直接食用，超出食用消费需求的另外 30%用作饲料，那么，口粮品种食用消费量自给率为 140%。按食用消费和饲用消费的构成将生产口粮品种的耕地分为两个部分，其中：59.5 个单位为生产口粮品种食用消费部分，25.5 个单位是生产口粮品种饲用消费部分。再假设：①1 单位耕地生产口粮品种籽实可提供 1 个单位饲用增重净能；②1 单位耕地生产饲料粮可提供 1.3 个单位饲用增重净能^①；③全国畜产品需求对应的饲用增重净能需求是 80 个单位；④国内饲用增重净能供需缺口全部通过进口饲料粮来补充。通过计算可知，国内饲用口粮品种籽实和饲料粮总计可提供 45 个单位饲用增重净能，另外需要进口 35 个单位饲用增重净能，按国内饲料粮的土地生产率，相当于进口虚拟耕地 27 个单位。相应地，按耕地利用量计算，中国农业总体对外依赖度为 21.2%；按增重净能供给计算，中国饲料自给率为 66.3%。

表 9 中国总体对外依赖度与饲料自给率的模拟计算

指标	情景 1				情景 2			
	耕地资源	口粮作物食用	口粮作物饲用	口粮消费自给率	耕地资源	口粮作物食用	口粮作物饲用	口粮消费自给率
分配系数 (%)		0.7	0.3	1.4		0.9	0.1	1.1
粮食作物 (个单位面积)	85	59.5	25.5		66.1	59.5	6.6	
饲料粮、饲料 (个单位面积)	15	0	15		33.9	0	33.9	
进口饲料粮用地等量 (个单位面积)	27		27		22.6		22.6	
饲用代谢能总供给 (个单位能量)			80				80	
总体对外依赖度 (%)	21.2				18.4			

情景 2 是在情景 1 的基础上对国内生产结构进行调整，具体是将按食用消费量的口粮自给率降至 110%，相应地，减少国内生产中口粮品种占比和增加饲料粮品种占比。经调整后：①满足口粮品种食用消费所需耕地仍为 59.5 个单位，按 110%的自给率将 66.1 个单位的耕地用于口粮品种生产，口粮品种产出超出需求的部分用作饲料；②剩余的 33.9 个单位的耕地用于饲料粮生产；③为满足国内 80 个单位饲用增重净能总需求，仍需进口 29.3 个单位饲用增重净能，相当于进口 22.6 个单位虚拟耕地。那么，调整后的生产结构在保证口粮绝对安全的情况下，按耕地利用量的总体对外依赖度降至 18.4%，饲料自给率升至 71.8%，相对于情景 1 分别下降 2.8 个百分点和上升 5.4 个百分点^②。

饲料自给率上升意味着更高的饲料供给安全保障水平，外循环潜在风险在口粮与饲料粮之间也能实现更好的平衡。由于调整后的口粮品种食用消费自给率保持在 100%以上，可以预见，调整前后口

^①从前文数据比较可知，这个假设比例较低。

^②如果假设进口的是饲料粮籽实，国内生产的是饲料粮青贮，结构调整前后总体对外依赖度的降幅将更大。另外，这个模拟未考虑畜产品进口等情况，即使考虑这些因素，结构调整的基本效应也不会受到影响。

粮品种的进口与对外依赖度不会发生明显变化，饲料粮在外循环上的潜在风险则会随着对外依赖度的下降而下降。更重要的是，总体对外依赖度的下降，意味着中国具有更高的总体安全水平甚至是更大的国内外相关活动的战略空间，具有突出的战略意义。

五、大食物观下保障饲料粮供给安全的路径与对策

为保障饲料粮供给安全，首先要在继续贯彻“谷物基本自给、口粮绝对安全”粮食安全观基础上加快粮饲结构调整，同时要统筹推进饲料粮结构与布局优化，加强饲料粮政策支持与科技支撑。

（一）加快粮食安全观转变和粮食安全标准优化，推动粮饲结构调整

在战略层面，要按照“树立大食物观”要求，加快粮食安全观从传统“口粮观”向“大食物观”转变，推动农业生产从保障口粮供给安全向保障粮食与重要农产品供给安全转变。关键是改变对粮食作物特别是口粮作物产量的片面追求，高度重视重要农产品的产需结构性不平衡及肉蛋奶等口粮外其他重要农产品的增长性需求，扭转农业生产结构调整滞后于食物需求结构升级所导致的错配，实现农业产需再平衡。这是树立大食物观、有效保障重要农产品供给安全的基础。在技术层面，进一步厘清“粮食”“口粮”内涵，充分认识口粮自给率口径认识误区所导致的对口粮自给率形势的错误判断以及口粮过剩与饲料粮短缺并存问题的持续深化，重新聚焦以口粮品种食用消费量为标准的口粮自给率，在保障口粮食用消费绝对安全的基础上，加快调整粮食与畜产品、口粮与饲料粮生产结构。在以实际消费需求为标准的情况下，这一调整与“谷物基本自给、口粮绝对安全”的战略目标之间并不存在冲突和矛盾，而是破解农业结构性矛盾的突破口，有利于提高中国大食物安全总体保障水平。

（二）优化饲料粮结构，促进饲料供给多元化

在增加饲料粮国内供给的同时，要进一步优化饲料粮生产结构，重点是巩固以玉米为代表的能量饲料粮的保障水平，同时着力提升蛋白饲料粮的自给率。就玉米来说，除了增加饲用籽粒玉米生产，更需要增加全株青贮玉米种植。一方面，随着草食畜产品需求的增长，对青贮玉米的需求还在快速增长并且供需有较大缺口；另一方面，从提供能量角度看，全株青贮玉米生产具有更高的效率和优势。同时推进增加总量和优化结构两方面举措，将进一步缓解国内能量饲料粮供给不足问题，提高能量饲料粮的自给率。蛋白饲料粮虽然短期内难以逆转对外依存度高的问题，但是可以通过结构性调整和营养调控技术等多元举措逐步提高蛋白饲料粮自给率。在结构调整方面，首先是加快转基因大豆新品种的产业化，提高国产大豆的比较优势；其次是在适宜地区发展高蛋白饲用作物，包括高蛋白牧草的种植。在营养调控技术方面，重点加快发展精准饲喂技术、低蛋白日粮技术，转变对高蛋白饲料的过度依赖。

目前，中国饲料供给还存在过于依赖粮食饲料而忽视非粮食饲料的问题。为了缓解饲料粮供给不足的现实困境和需求继续增长的压力，要发挥饲料供给多元化的潜力，重点加大油料和牧草等非大豆蛋白饲料的生产，推进草地农业发展。草地占中国国土面积的41%，草地既是国家绿色生态保障和生态安全的重要组成部分，也是草牧业发展和保障食物安全的重要土地资源（黄季焜，2021）。在农区，重点发展草田轮作的粮草兼顾型农业，发展栽培草地、草畜家畜；在草原牧区，重点完善草牧业基础

设施，在保障草地生态安全前提下促进草地农业发展。

（三）基于资源禀赋促进饲料粮生产和优化饲料粮布局

通过优化布局发挥禀赋优势和资源潜力是饲料粮产业发展的重要基础。首先，要完善饲料粮生产的支持保护政策与配套设施条件等，解决饲料粮相对投入不足所导致的饲料粮生产潜力利用水平偏低问题。基于实际单产和单产潜力数据，玉米单产至少还有近 30%的提升空间，大豆更是还有超过 70%的提升空间。即使不考虑口粮饲料粮结构调整，仅在加快单产提升和潜力挖掘方面，饲料粮都具有更加突出的必要性。其次，要解决饲料粮生产面临的“高潜低用，低潜超用”问题。在高潜力地区，将饲料粮生产从非优势区域转至优势区域，降低空间错配，同时改善饲料粮生产的基础设施和配套条件；在低潜力地区，加快高效品种、资源节约型农艺技术的发展和应用。最后，要依据资源禀赋等条件加快粮饲结构调整，促进饲料粮发展。重点是在饲料粮优势产区和增产潜力大的地区、畜牧业集中地区加快饲料粮发展；在口粮作物生产面临潜力过度利用问题、饲料粮生产具有比较优势的区域，优先加快口粮生产向饲料粮生产调整。如果将一种作物同时满足潜力过度利用而影响了可持续性、实际单产低于全国平均水平而缺乏绝对优势、在该区域内缺乏实际比较优势、不是该区域潜在优势品种四个条件作为其在特定区域退出生产的标准，那么全国水稻生产区域中至少有 7.5%应退出水稻生产，这些地区可视为加快饲料粮生产的重点区域^①。

（四）完善饲料粮支持保护政策及风险防控与市场稳定机制

加强政策体系建设是调整口粮饲料粮结构、推动饲料粮产业健康发展的重要保障。首先，构建与保障饲料粮供给安全需求相适应的支持保护政策。保障饲料粮供给安全就是保障畜产品等重要农产品和大食物供给安全，是按照树立大食物观要求对农业供给侧的结构性改革，因此，需要对服务于当前农业生产结构的农业支持保护政策体系进行调整，关键是改变现有价格支持与收入补贴等政策的以口粮增产为导向的激励结构，扭转对口粮、饲料粮的不平衡支持保护。具体来说，要围绕提高饲料粮生产者积极性加强对饲料粮相关的收入补贴和价格支持政策；完善饲料粮农业保险政策，实现从“保基本、保成本”向“保价格、保收入”升级；要在加快从“口粮观”向“大食物观”转变的同时，推动“藏粮于地、藏粮于技”战略向“藏食于地、藏食于技”战略发展，加快提升饲料粮生产的耕地质量和设施设备条件。其次，完善饲料粮供给的风险防控与市场稳定机制。一是在推动粮饲结构调整的同时，保持包括口粮作物转青贮在内的口粮作物转饲用的渠道畅通，保障供需总体动态平衡。在口粮按食用消费标准仍需保持较高自给率的情况下，更需要畅通口粮饲料粮转化渠道，促进口粮饲料粮合理转化，这是统筹保障口粮绝对安全战略目标与降低政策成本、提高资源配置效率和农产品总体供给安全的必要途径。二是加强饲料粮供需形势监测和价格异动预警，加强全球饲料粮生产与贸易的监测和风险预警，完善饲料粮供需平衡的储备调节机制。三是进一步促进饲料粮进口多元化，降低饲料粮对外依赖的脆弱性，推动饲料粮进口在区域结构、渠道来源、运输路线等方面的多样化，打造海外饲料

^①同时满足以上四个条件是很严格的标准，如果按照同时缺乏绝对优势和比较优势，即同时满足以上 2~4 个条件的标准，那么，全国高达 25.3%的水稻生产区域、42.4%的小麦生产区域符合标准，是潜在的加快饲料粮生产的重点区域。

粮供应链，通过稳定供应链来降低饲料粮供给的贸易风险。

（五）加强科技支撑，推动饲料粮产业内涵式发展

进一步提高单产、质量、竞争力和资源利用效率等是饲料粮产业实现更快、更高质量发展的重要条件，其中的关键是加快饲料粮产业科技创新。首先，围绕饲料粮单产提高和单产潜力提升，加强饲料粮育种体系建设，加快创新更高产、更高效的品种。一是要加快转变育种模式，构建以企业为主体的商业化育种体系；二是要加快推动育种技术阶段升级，实现从传统育种向传统育种和分子育种、生物育种协同转变，建设基于“生物信息+模型预测”的高效智能育种体系；三是要加强基础研究和前沿领域的前瞻性布局，力争在基础理论、机理机制和工具方法上取得突破，在基因编辑技术、智能育种核心算法等关键核心技术上解决“卡脖子”问题；四要加快完善种业知识产权保护制度，净化种业市场，改变种业知识产权保护制度滞后于产业发展需求的现状，优化饲料粮品种原始创新的环境和激励；五要加快饲料粮生物新品种产业化，重点从认定标准、标识制度、收储与流通体制等方面加快生物新品种产业化相关的政策体制对接。其次，围绕饲料粮生产方式转变和数字化、绿色化发展，加快科技创新。一是加强土壤健康与地力提升技术创新，加强抗逆新品种、植保技术、灾害监测预警防控技术等研发，促进饲料粮稳产增产；二是发展智能饲料粮作业机械和基于遥感、大数据等的饲料粮生产服务技术，促进生产管理与经营决策的数字化、智能化，并通过数据链实现饲料粮生产与金融、保险、供销等产业链上下游的协同；三是加强绿色投入品、绿色病虫害防治技术、节水灌溉等资源节约型技术以及畜禽粪便处置与科学还田技术等创新，促进饲料粮生产的绿色安全与可持续。

参考文献

- 1.仇焕广、李新海、余嘉玲，2021：《中国玉米产业：发展趋势与政策建议》，《农业经济问题》第7期，第4-16页。
- 2.黄季焜，2021：《对近期与中长期中国粮食安全的再认识》，《农业经济问题》第1期，第19-26页。
- 3.刘长全，2021：《我国重要农产品供给安全面临的挑战与对策》，《经济纵横》第5期，第61-73页。
- 4.刘长全、苑鹏，2022：《推动“三个转变”，构建国家粮食安全发展新的格局》，《光明日报》5月11日06版。
- 5.刘德稳，2014：《生长猪常用七种饲料原料净能预测方程》，中国农业大学博士学位论文，第35页。
- 6.辛良杰、王立新、刘爱民，2018：《我国饲料粮区域产销平衡特征及政策启示》，《自然资源学报》第6期，第965-977页。
- 7.叶兴庆，2017：《我国农业支持政策转型：从增产导向到竞争力导向》，《改革》第3期，第19-34页。
- 8.朱晶、臧星月、李天祥，2021：《新发展格局下中国粮食安全风险及其防范》，《中国农村经济》第9期，第2-21页。
- 9.Bustos, P., B. Caprettini, and J. Ponticelli, 2016, "Agricultural Productivity and Structural Transformation: Evidence from Brazil", *American Economic Review*, 106(6): 1320-65.
- 10.Costinot, A., and D. Donaldson, 2012, "Ricardo's Theory of Comparative Advantage: Old Idea, New Evidence", *American Economic Review*, 102(3): 453-458.
- 11.Ferrell, C. L., and T. G. Jenkins, 1985, "Cow Type and the Nutritional Environment: Nutritional Aspects", *Journal of Animal Science*, 61(3): 725-741.

12.Fischer, G., F. O. Nachtergaele, H. V. Velthuizen, F. Chiozza, G. Francheschini, M. Henry, D. Muchoney, and S. Tramberend, 2021, Global Agro-ecological Zones (gaez v4)-model Documentation, <https://www.fao.org/3/cb4744en/cb4744en.pdf>.

13.Nunn, N., and N. Qian, 2011, “The Potato’S Contribution to Population and Urbanization: Evidence from a Historical Experiment”, *The Quarterly Journal of Economics*, 126(2): 593-650.

14.Vermorel, M., and H. Bickel, 1980, “Utilisation of Feed Energy by Growing Ruminants”, *Annales de Zootechnie*, 29 (hors-série): 127-143.

(作者单位: 中国社会科学院农村发展研究所)

(责任编辑: 陈静怡)

The Security of Feed Grains Supply in China from the Perspective of a Big Food Concept

LIU Changquan HAN Lei LI Tingting WANG Shukun LUO Qianfeng

Abstract: This article investigates the status and challenges faced by the security of feed grains supply in China, analyzes the role of structural adjustment of staple and feed crops in solving structural misallocation in agriculture and ensuring the overall safety of food supply, and puts forward a number of ideas and countermeasures for ensuring food security from the perspective of a big food concept. It shows that under the circumstances of “coexistence of over-supply of staple food and shortage of feed grains”, the misunderstandings of the standard and situation of self-sufficiency rate of ration have led to the deepening and accumulation of structural misallocation of staple and feed crops. Feed grains production is facing the problems of a low level of resource potential development and spatial misallocation, including the problem of “insufficient utilization in areas with high level of resource potential and excessive utilization in areas with low level of resource potential”, and a more prominent problem of deviation of crops with comparative advantage (CA) in actual yield from crops with CA in potential yield. The scientific and technological input and support of feed grains production remain inadequate. The external dependence of feed grains supply on foreign sources has become increasingly vulnerable, which is reflected in the higher dependence of imports on international market supply capacity and a few number of important exporters. The simulation analysis shows that, without affecting the absolute security of staple food, the adjustment of staple and feed crops composition can reduce the overall dependence of food supply on foreign sources and increase the self-sufficiency rate of feed grains.

Key Words: Big Food Concept; Feed Grain; Security of Supply; Self-sufficiency Rate; Structural Misallocation