

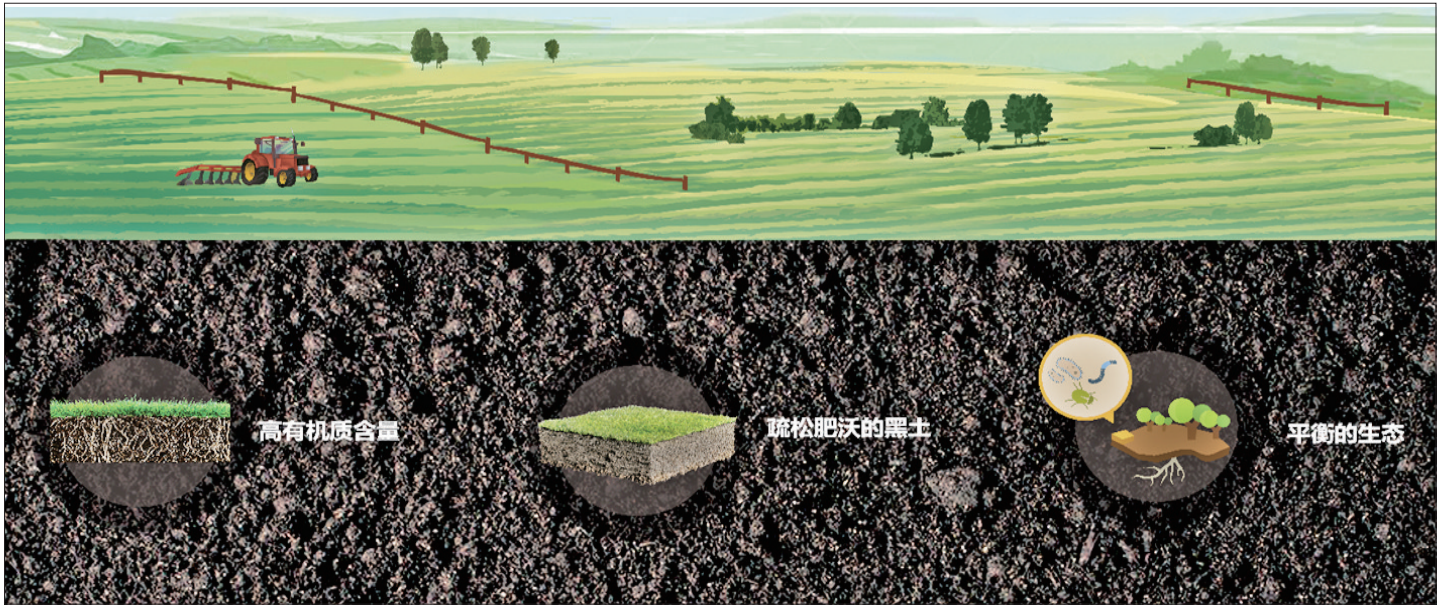
行业聚焦

黑土地保护与利用，从何破题？

编者按：东北黑土区是我国最重要的商品粮基地之一，是维护国家粮食安全的“压舱石”。然而，受全球气候变化、生态环境退化和长期高强度开发利用的影响，黑土地出现了严重退化现象。防止东北黑土退化，实现黑土地可持续利用，是东北粮食主产区农业和经济发展急需解决的重大问题。

党中央、国务院和各级政府高度重视东北黑土地保护和农业可持续发展，明确要求采取工程、农艺、生物等多种措施，调动农民积极性，共同把黑土地保护好、利用好。2017年，农业农村部会同多部委编制了《东北黑土地保护规划纲要（2017—2030年）》，明确了保护黑土地的总体要求、重点任务、关键技术模式和保障措施。其中，保护性耕作是指在地不翻耕、地表有秸秆覆盖的情况下，直接免耕或少耕播种，由于其保水保土、节本增效等多重效应，已被众多国家所接受和推广。

日前，东北黑土地保护高端论坛暨第五届梨树黑土地论坛在吉林省长春市召开，聚焦黑土地上保护性耕作的应用和推广。与会领导、专家多方建言献策，以期实现在保护中利用、利用中保护黑土地。本期我们选登部分主题报告与您分享。



玉米秸秆覆盖免耕，给黑土地带来十大变化

中国科学院沈阳应用生态研究所研究员 张旭东

秆全量还田，解除了农民“秸秆处理难”的问题。

（二）秸秆覆盖免耕是防止水土流失（风蚀和水蚀）、保护土壤最有效的手段，表土侵蚀量减少80%以上。如果东北地区全部采用秸秆覆盖免耕技术可基本消除本地沙尘暴的产生。

（三）秸秆覆盖免耕可以增加土壤蓄水50-60毫米降水，基本免除干旱对试验地生产的影响。研究发现，秸秆在地表覆盖可不同程度地消除地表径流，和常规耕作相比，降雨的渗透率平均增加30%以上，地表蒸发降低40%以上。此外，由于犁底层消失，水分下渗和保持能力增强。在400-550毫米年降雨量的梨树试验田，每年由于蓄水保墒相当于土壤增加50-60毫米的降雨。2017和2018年东北地区经历了几十年一遇大旱，常规垄作处理的表层土壤含水量仅约为4%，而秸秆覆盖免耕处理下的土壤含水量约为18%，2018年在全省玉米普遍减产的情况下，试验田获得大丰收，获得了亩产950公斤的历史最高产量。

（四）秸秆覆盖免耕减少了伏倒灾害对玉米生产的影响。2012年台风“布拉万”袭击了东北，试验地周边所有地块玉米均100%严重伏倒，而秸秆覆盖免耕试验地只有15%左右的玉米倾斜，基本没有

伏倒。而之后连续多年的试验表明，秸秆覆盖免耕可有效防止玉米根倒，减少大风灾害，特别是强台风对玉米生产的影响。

（五）秸秆覆盖免耕促进了耕层土壤有机质的积累，提高土壤肥力。从2007年到2018年，耕层土壤有机质由每千克22.5克增加至24克，年均增加幅度为0.5%-0.7%。另外，13年试验结果表明土壤有机碳增加10%以上，年增加量在0.1%左右。

（六）秸秆覆盖免耕增加了氮、磷、钾养分在耕层的积累。作为重要的养分资源，秸秆全量归还每年向土壤输入的氮、磷、钾数量相当于当地化肥施用量的25%、30%和200%。2007年到2018年，耕层土壤全氮含量由每千克1.21克增加到1.37克，年平均增幅为1.1%。土壤全磷含量从每千克0.38克增加到0.46克，年平均增幅为1.8%。土壤全钾含量由每千克20.9克增加到23.8克，年平均增幅为1.2%。氮、磷、钾养分在耕层的显著积累表明秸秆覆盖归还还可增加土壤各养分库容量和养分供应潜力，为实现化肥减施的目标提供了重要的保障。

（七）秸秆覆盖免耕提高氮、磷、钾养分的活性。试验结果表明，从2007年到2018年，耕层土壤

碱解氮含量由每千克104毫克增至112毫克；耕层土壤有效磷从每千克8.5毫克增加到20.9毫克；土壤耕层速效钾从每千克149毫克增加到191毫克。秸秆覆盖归还不仅增加了各养分库容量，同时也提高了养分活性，增加了土壤养分供应能力。

（八）秸秆覆盖免耕改善了土壤结构，提升了土壤生物功能。秸秆覆盖免耕5年后，秸秆覆盖免耕对土壤团聚体的组成和分布已产生了显著影响，秸秆覆盖免耕促进了土壤大颗粒大团聚体的形成，增加了团聚体的稳定性，改善了土壤结构。

（九）秸秆覆盖免耕可使土壤犁底层消失。和常规垄作处理相比，秸秆覆盖免耕处理5年后犁底层消失，使土壤穿透阻力迅速降低。通过深松消除犁底层是生产上极其重要的增产措施，但也是成本较高、动力需求较高的农事作业，秸秆覆盖免耕是目前成本最低的犁底层消除方案。

（十）降低生产成本，减少产量的年际间较大变动，提高农田的稳定生产能力及农民的种植效益。由于消除了干旱及伏倒等对玉米生产的影响，同时土壤肥力不断提高，试验地玉米生产力稳步提高。2007年试验地是当地的二等地，而目前该地块产量水平不断攀升，其中高产试验田2017、2018年连续

两年玉米亩产量达到950公斤以上。同时该技术可以减少农机进地次数，减少燃油消耗及劳动力成本。根据本研究的历年平均数据算，每亩可节省成本100元，玉米产量每亩增加50公斤，每亩节本增效可达170元左右。

二、结论与展望

通过连续13年玉米秸秆覆盖免耕长期定位实验，我们利用农民难以处理的生产废弃物——玉米秸秆以及免耕技术，成功研究与示范了世界先进的玉米连作秸秆覆盖还田免耕技术。该技术可减少秸秆焚烧、沙尘暴、水土流失、面源污染带来的社会环境问题；基本消除或减缓干旱、伏倒等自然灾害对玉米生产的影响；促进土壤有机质的积累，提高土壤肥力、遏制黑土退化、提高化肥利用率，为实现减量施肥提供了肥力保障；在持续提高土地生产力的同时降低农民生产成本，实现了黑土地的保护及农业的生态绿色发展。

秸秆覆盖免耕技术适于春季较为干旱的地区，而在其他生态区，我们正在积极开展研究与示范不同类型的秸秆覆盖少免耕技术模式，以期尽快建立玉米连作、玉米大豆轮作、大豆等生产体系的秸秆覆盖少免耕技术体系。

保护性耕作，从根本上改良土壤

中国农业大学土地科学与技术学院院长 李保国

为全面落实“藏粮于地、藏粮于技”的重大战略，科学评价保护性耕作在东北地区的实施效果，中国农业大学吉林梨树实验站会同中科院沈阳应用生态所、黑土地保护与利用科技创新联盟等部门，于2019年7月6日-31日对东北地区保护性耕作试验示范基地进行了土质调查和生产调研。现将具体情况汇报如下。

一、试验示范区基本情况

东北地区属于世界三大黑土区之一，土壤性好、肥力高，是我国重要的商品粮基地，在国家粮食安全体系中起着举足轻重的作用。然而，由于长期的掠夺式经营和过度开垦，黑土退化问题日益严重，已经成为制约东北地区农业可持续发展的主要因素。中国农业大学吉林梨树实验站联合政府部门、科研院所组建黑土地保护与利用科技创新联盟，在东北地区设立试验示范基地59个，分布在黑、吉、辽、蒙的30个县（区、市），示范面积52万亩，辐射推广面积近2000万亩。这次调研主要针对有代表性的23个点进行土质调查和生产调研。

二、调查项目

调查项目包括各试验示范基地的地理位置、土壤类型、地形地貌、气候条件、耕作方式、实施年限、秸秆覆盖度、作物产量和生产成本等；测定指标包括土壤容重、含水量、有机质、团聚体、田间持水量、萎蔫系数、土壤紧实度、全氮、有效氮、无机氮、全磷、全钾、速效磷、速效钾、缓效钾、半分解有机残体等。

三、结论

保护性耕作技术，对土壤的理化性状影响巨大，能从根本上起到改良土壤、提升地力等级的作用。而从大量的试验示范来分析，实施保护性耕作，对土壤的改良是一个长期的、渐进的、从内至外、从表层到底层逐渐发展的过程。

（一）防止土壤侵蚀与保土效果显著

受地域不同影响，保护性耕作技术在不同省区的实施有所不同，但在这个季节秸秆覆盖度还可达到44%-91%，平均覆盖率达到60.4%。依据地表覆盖度与防治土壤侵蚀的定量关系可推出，采

取保护性耕作技术后，与原不覆盖相比，土壤侵蚀（水蚀与风蚀）至少降低90%以上，其保土的作用为土壤肥力提供了基础。

（二）土壤肥力显著提升

从调查结果来看，保护性耕作区在表层土壤有机质、全氮、碱解氮、有效钾等指标上均有显著上升，尤其是土壤有机质含量这一重要的肥力指标，增幅高达10.6%，这说明保护性耕作可以有效提升土壤肥力。从生产调查结果来看，实施保护性耕作5年以上的地块，普遍可以减少化肥施用量15%-20%，这也从生产实践层面上印证了保护性耕作在培肥地力方面的突出效果。

（三）土壤性状明显改善

大量的秸秆还田使土壤的有机质和多种养分含量得到提升，改善了土壤的物理化学生物性状。从调查结果来看，保护性耕作区的土壤水稳性团聚体在各深度上均显著增多，尤其是在地表0-5厘米深度，与常规耕作相比更是增加了15.9%，这说明实施保护性耕作后土壤物理性状得到明显改善。调查结果还表明，保护性耕作区土壤pH值有小幅降低，使得东北地区许多偏碱性土壤趋于玉米适宜的酸碱度范围，这说明实施保护性耕作后土壤化学性状得到明显改善。

（四）保水抗旱效果突出

保护性耕作的保水抗旱效果主要体现在春季至入伏之前，此期田间土壤裸露面积大，因此蒸发量也大。2019年5月3日，在梨树镇高家示范区测定，经过长期的干旱，保护性耕地含水量仍达到平均为21.2%（体积含水量），而对照地块为11.7%（体积含水量）。

从本次测定结果来看，保护性耕作区土壤含水量与常规耕作差异不大，一方面是因为7月中旬采样时玉米已经长高，玉米叶片的遮蔽作用导致土壤水蒸发量差异不大；另一方面是个别基地采样前下过一场大雨，导致常规耕作的土壤含水量与保护性耕作基本持平。然而，从往年的长期监测结果来看，保护性耕作可以阻止地表径流，把更多的雨水蓄留在耕层，还可以阻挡阳光照射，减少土壤水分蒸发，尤其在春季，可以有效抵御东北地

区经常出现的旱情。从生产调查结果来看，在春旱特别严重的2018年，保护性耕作区平均产量比常规耕作区高了27.6%，这也从生产实践层面上印证了保护性耕作在保水抗旱方面的突出效果。

（五）稳产增收

从调查结果来看，历年的保护性耕作区粮食产量在平常年景比常规耕作有小幅增加，增幅9.7%。从生产调查结果来看，保护性耕作通过减少化肥施用量、减少农机作业环节、减少用工等途径，每公顷可降低生产成本704元，降幅高达15.7%。综合来看，实施保护性耕作，可以在稳产、增产的同时大幅降低生产成本，这表明保护性耕作可以有效提高农民收入。

（六）保护环境

保护性耕作在保护环境方面的作用主要体现在三个方面：一是从根本上解决了秸秆焚烧问题，避免了由于秸秆焚烧引起的大气污染；二是实现减肥增效，减少农机作业量，减燃油消耗量30%左右，减少化肥施用量20%左右，可减少农业生产所带来的大气污染和土壤面源污染；三是有效保护土壤，大幅减少土壤风蚀、水蚀，抑制由土壤风蚀所引起的沙尘暴和由土壤水蚀引起的地下水污染。

（七）典型示范区效果显著

梨树县的康达农机合作社和卢伟农机农业合作社由于在技术上依托科研部门和技术推广部门，同时配备了先进的农具，所以在实施保护性耕作方面走在了前列，是实施保护性耕作示范较好的示范区，表现为技术性强、农业机械化程度高、合作社效益好、耕地地力提升大等多方面。特别是在体现地力等级的理化性状指标上，全面超过对照。

四、建议

因地制宜，各区域可根据当地的实际情况，对此项技术进行改进和有机整合，建立一项适合本地农业生产的保护性耕作技术。在保持现有示范基地和试点点的基础上，不断发展与壮大示范规模，实现以点带线、以线带面的效果。政府要从人力和物力上加大对此项技术推广的支持力度。

免耕玉米-大豆轮作 培肥土壤 提产增收

中国农业大学教授 任国生

一、研究背景

根据中国农业大学等单位在东北四省区的考察和研究，现代集约农作制度产生的“用养脱节”问题是东北黑土地退化的根源，表现在以下几个方面。第一，农田输入和输出严重失调。过去30年来，该地区的作物单产稳步提升，高产田已经超过1000公斤/亩，而投入（肥料）的增长则相对滞后，导致农田养分入不敷出，地力下降。第二，作物种植方式单一。传统的玉米-大豆轮作基本上被玉米单作取代，农田生态系统缓冲性能降低。第三，农田投入失衡，从“有机肥、化肥并重”转向“化肥为主，有机肥严重不足”，农家肥施用越来越少，大量秸秆被焚烧，导致土壤保肥性能降低。第四，土壤扰动强度大，以垄作、翻耕为主的土壤耕作技术加剧了土壤有机质分解和结构破坏。第五，顺坡向耕作、地表缺乏覆盖，导致耕层土壤水蚀风蚀加剧。显然，解决黑土地退化的关键在于增加有机投入、调整种植方式、改变耕作技术，从而实现农田“用养结合”。

二、研究目的

针对集约农作制度导致的黑土区土壤有机质含量下降、土壤侵蚀加剧、季节性干旱频繁等问题，建立适合黑土地区作物高产、资源高效和环境友好的免耕农作制度，包括作物种植制度和土壤耕作制度，揭示不同农作制度下土壤质量动态、作物产量和农田生态系统演变规律，为东北粮食主产区农业可持续发展提供理论基础和技术保障。

三、研究方法

本研究始于2011年春季，地点设在位于吉林省梨树县泉眼沟村的中国农业大学吉林梨树实验站。小区试验设计，主区是土壤耕作，设传统垄作、免耕（即玉米或大豆秸秆全量覆盖还田免耕）和轮耕（三年免耕后第四年翻耕一次）三个处理；副区为作物轮作，设玉米连作、玉米-大豆两年轮作和玉米-玉米-大豆三年轮作三个处理。基本上全程机械化操作。

四、初步结果

无论是玉米连作、玉米-大豆两年轮作和玉

米-玉米-大豆三年轮作，只要采取免耕，都有明显的保土保水、提高土壤肥力、增加作物抗风性能及稳定或提高作物产量和效益的效果。

（一）免耕提高了土壤有机质含量，改善了土壤肥力。耕层有机质含量从2011年的1.85%提高到2018年的2.01%，增加了9%，而垄作处理8年间没有变化；同时，免耕处理的氮、磷、钾养分含量增加，尤其是速效氮和钾含量分别比垄作增加了13%和27%。

（二）免耕显著改善了土壤结构和透水性。表现在大团聚体比例增加（15%），水稳性团聚体的几何平均直径增加了约0.2毫米。

（三）免耕显著提高了土壤抗旱性能，实现了降水的年际间和季节间均衡供应。免耕下土壤底墒足，可以足墒播种，而垄作因土壤干旱而难以播种。在夏季，免耕玉米至少可以抵御15天左右的持续干旱，垄作玉米在干旱10天左右就出现严重萎蔫。这是因为，长期免耕导致大孔隙比例提高，水分入渗速率增加；由于全年秸秆覆盖，水分蒸发损失减小；土壤结构改善，蓄水性能提高。

（四）免耕显著降低了土壤风蚀以及大风对作物的伤害。由于保留了20厘米左右的直立残茬，加上覆盖的秸秆，免耕有效地减缓了近地表风速，土壤风蚀降低了95%以上，而春季几场大风后，垄作处理地表疏松的土壤损失殆尽。另外，垄作的幼苗，特别是大豆的幼苗往往很容易因大风刮断，免耕处理的幼苗则很少受到损伤。

（五）长期免耕提高了春玉米和大豆的产量及种植效益。从传统垄作转为免耕后，玉米产量在前四年出现了明显的波动，从第五年开始逐渐稳定，表现出持续增产趋势，增产率超过10%。免耕后大豆的单产总体保持稳定，2018年干旱年份可增产23%。从效益分析，在传统的垄作种植方式中，至少需要7个农机作业环节，才能完成玉米播种到秋末整地的所有工作。实施免耕农作后，全年农机作业环节减少到3次，既减少了用工，又降低了农机投入和机械损耗，生产成本从3300元/公顷降低到1800元/公顷，农民增收1500元/公顷。