



东北玉米秸秆全量直接还田耕种技术 研究进展

蔡红光

吉林省农业科学院
农业资源与环境研究所

汇报内容

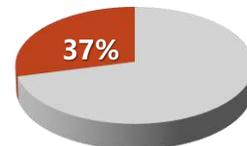
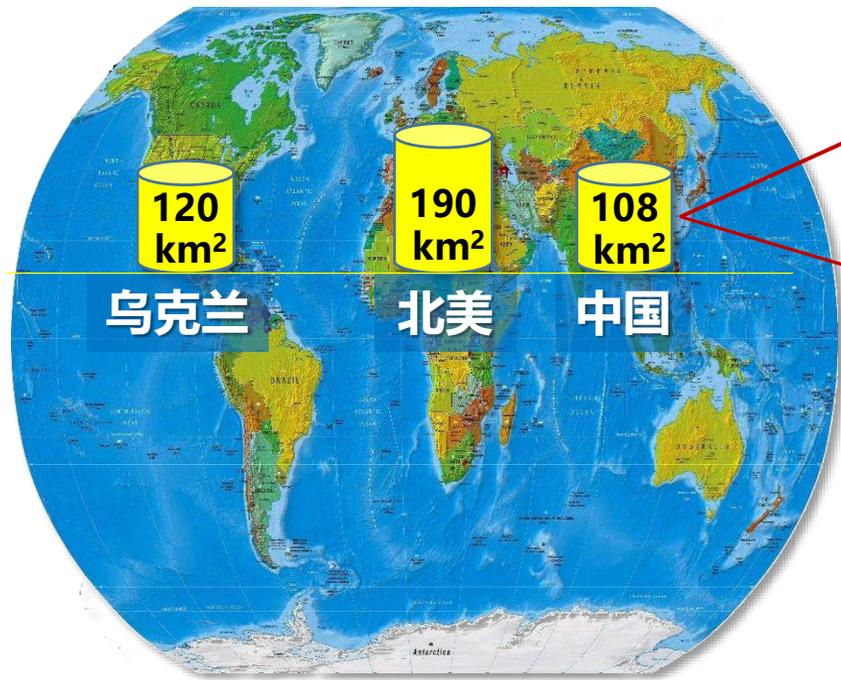
一、研究背景

二、主要技术途径

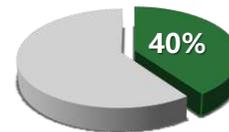
三、展 望

一、研究背景

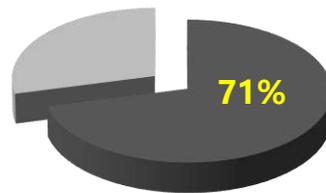
1. 黑土地是珍贵的耕地资源



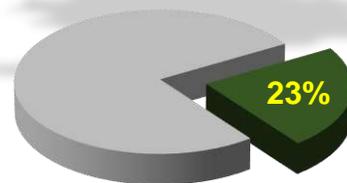
东北玉米种植面积占
全国比例



东北玉米产量
占全国比例



黑土地占东北耕地
面积比例大



黑土地粮食产量
在全国粮食总产中贡献大

黑土地对保障国家粮食安全的作用无可替代

国家粮仓

生态保护

固碳蓄水

一、研究背景

2. 黑土退化问题日趋严重

黑土地粮食安全与生态安全面临严峻挑战



“手抓一把攥出油”

自然肥力高



不合理耕作



有机肥利用不足



化肥过量施用

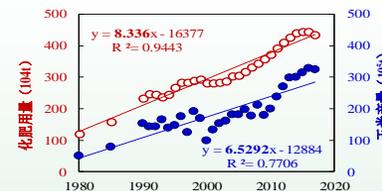
高强度利用



土壤肥力下降



作物生产受阻



化肥利用效率降低

土壤肥力退化

一、研究背景

3. 黑土地保护迫在眉睫

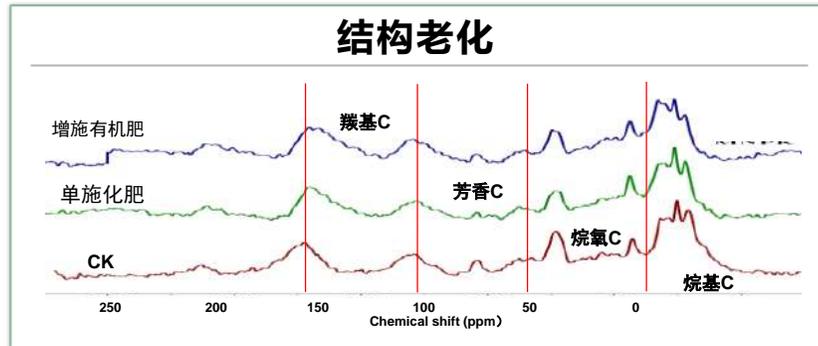
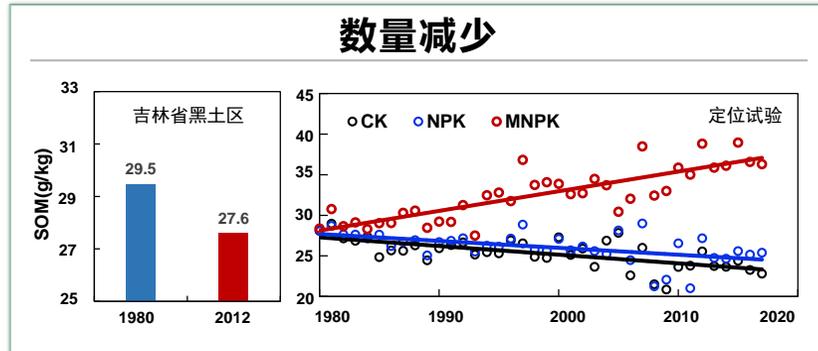


黑土地保卫战——“实施战略性保护”

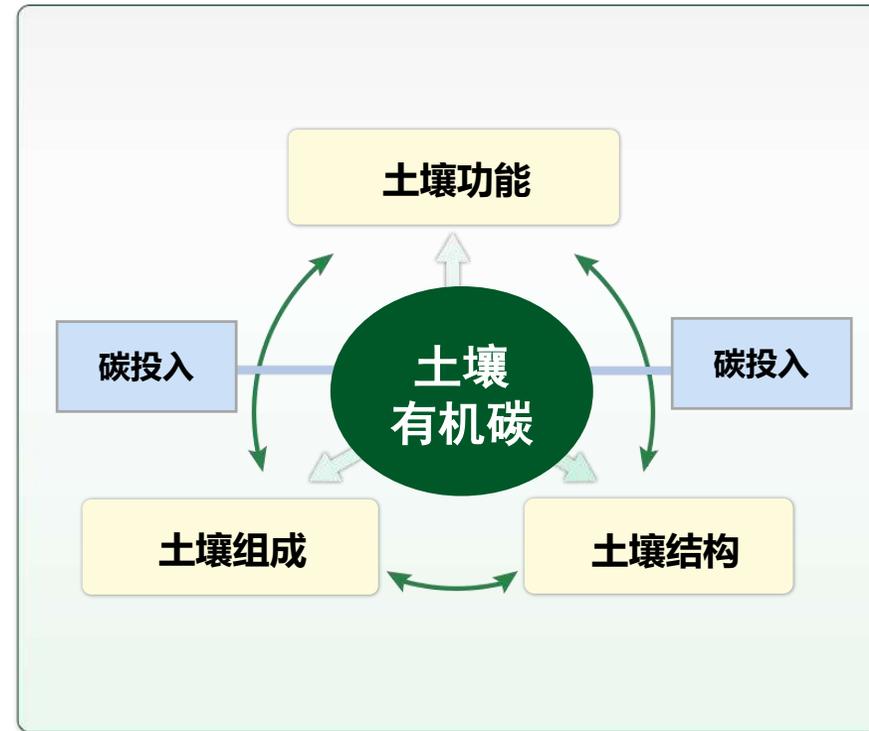
一、研究背景

4. 土壤有机质量减质降是黑土地肥力退化的主导内因

黑土地：土壤有机质量减质降



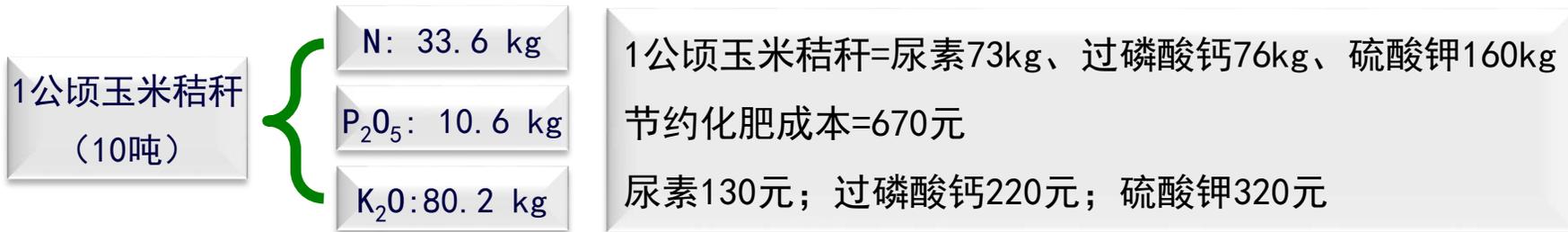
有机碳：土壤有机质的核心



➤ 增碳培肥是提高有机质数量与质量、实现地力提升的主要途径

一、研究背景

5. 秸秆还田是保障黑土资源可持续利用的主要途径



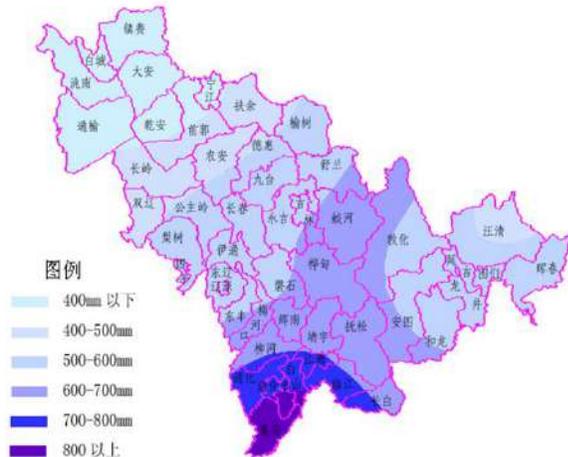
秸秆全量还田相当于节省35%的养分投入！

一、研究背景

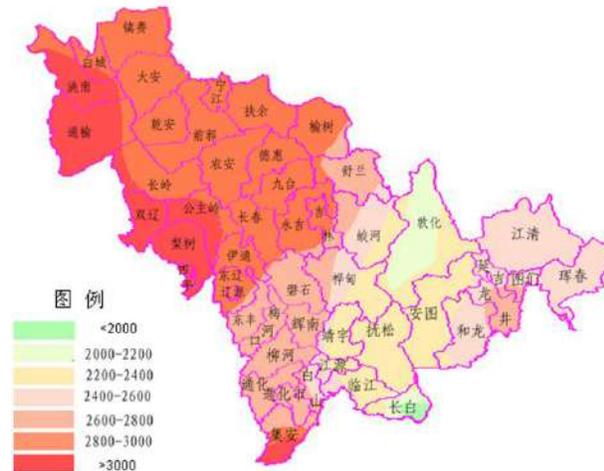
6. 秸秆全量直接还田限制因素-气候条件

- 秋季收获后即进入冻土期，秸秆不能腐解
- 降雨分配不均，春季半干旱区秸秆腐解难度大
- 还田后易造成土壤散墒快，影响土壤蓄水

播种&出苗



吉林省4-9月降水量分布图



吉林省多年平均稳定通过 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温



一、研究背景

6. 秸秆全量直接还田限制因素-耕作制度

- 传统小农户式垄作制，粗放经营，不利于秸秆还田
- 小四轮拖拉机为主要农机动力，仅实现秸秆部分还田
- 农民认识程度不够，还田效果差
- 土地分散经营，集约化程度低，不适用于规模化作业



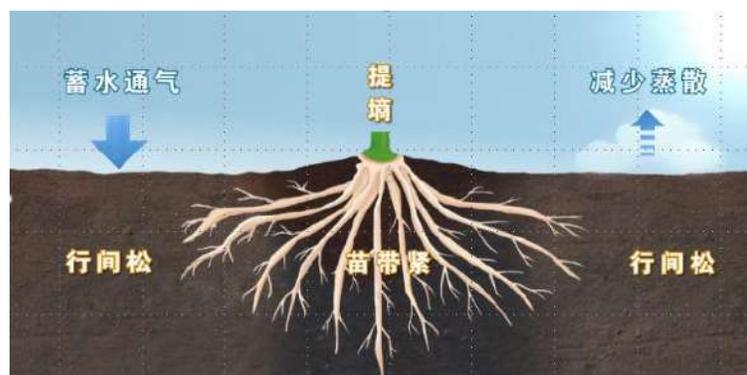
一、研究背景

7. 开展0-40cm全耕层培肥，建立合理耕层构造

建立合理的耕作制度和以秸秆还田为核心的土壤培肥技术体系，解决耕层浅、实、少，土壤养分过量消耗等诸多生产问题，实现有机质量增质升，保障玉米高产稳产。

调结构：建立合理耕层

强功能：增施有机物料



土壤健康=结构+功能



什么是黑土地？
结构良好+有机质5%以上

汇报内容

一、研究背景

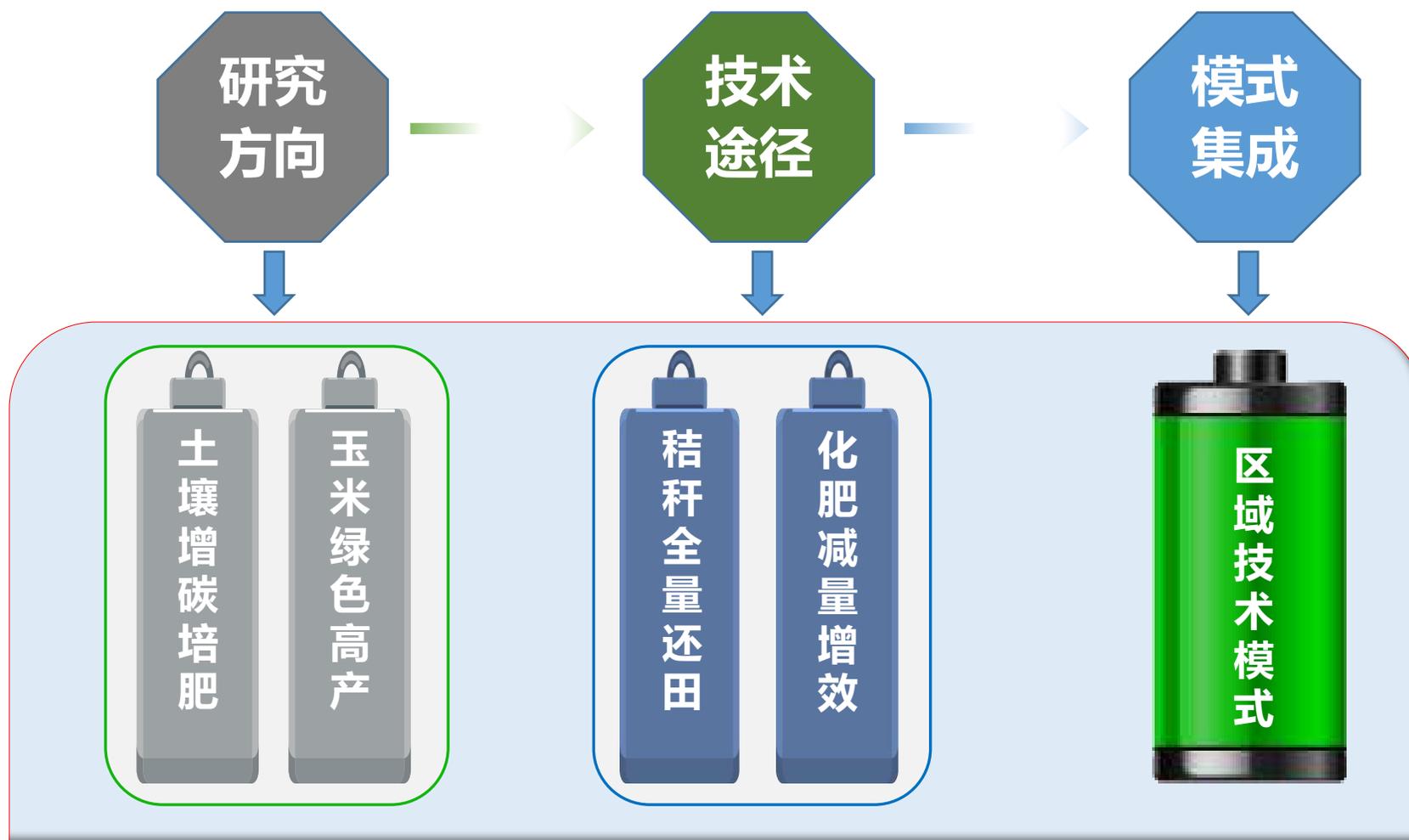
二、主要技术途径

- 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备
- 续补式减量增效施肥技术及产品
- 技术示范与扩散

三、展望

二、主要技术途径

总体思路



二、主要技术途径

(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

深翻
还田

➤ 玉米秸秆全量深翻还田技术

条带
覆盖

➤ 秸秆全量条带覆盖还田技术

粉耙
还田

➤ 玉米秸秆全量粉耙还田技术

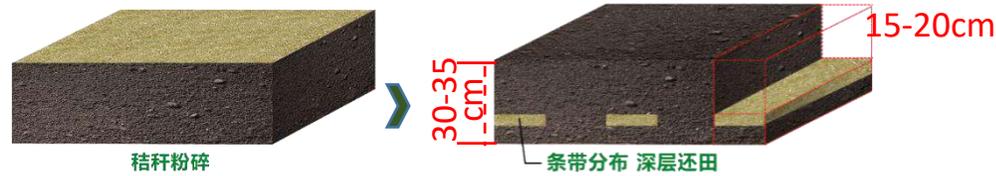
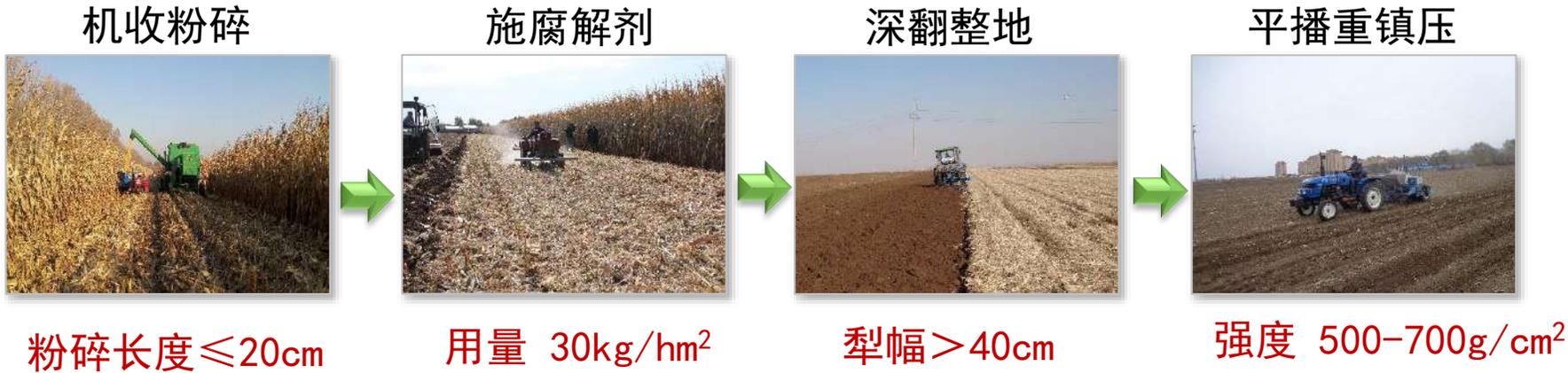


二、主要技术途径

(一) 秸秆直接全量还田地力提升技术及装备

1. 玉米秸秆全量深翻还田技术及配套产品

技术要点

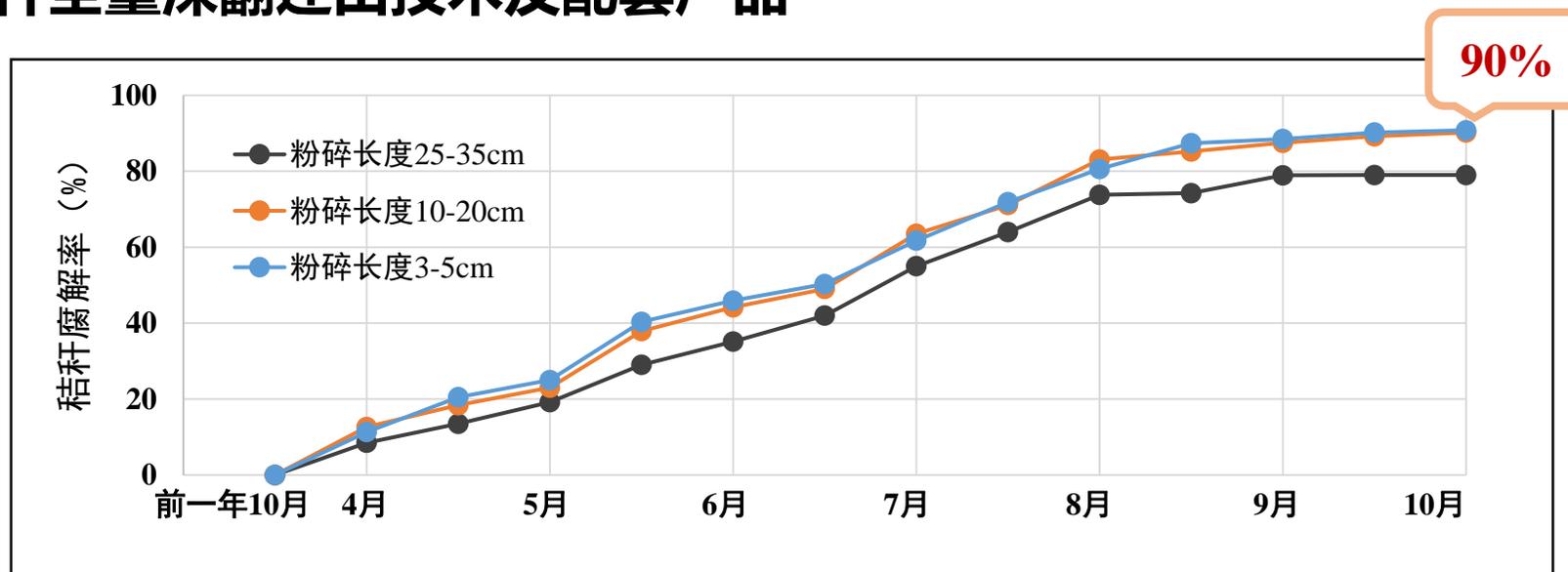


二、主要技术途径

(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

1. 玉米秸秆全量深翻还田技术及配套产品

技术效果



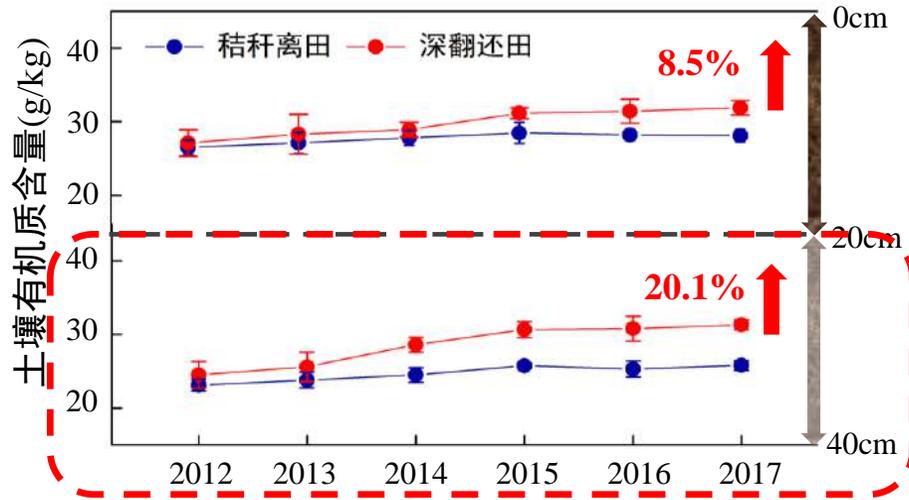
》》》 破解了秸秆腐解慢、连年全量还田累积的难题

二、主要技术途径

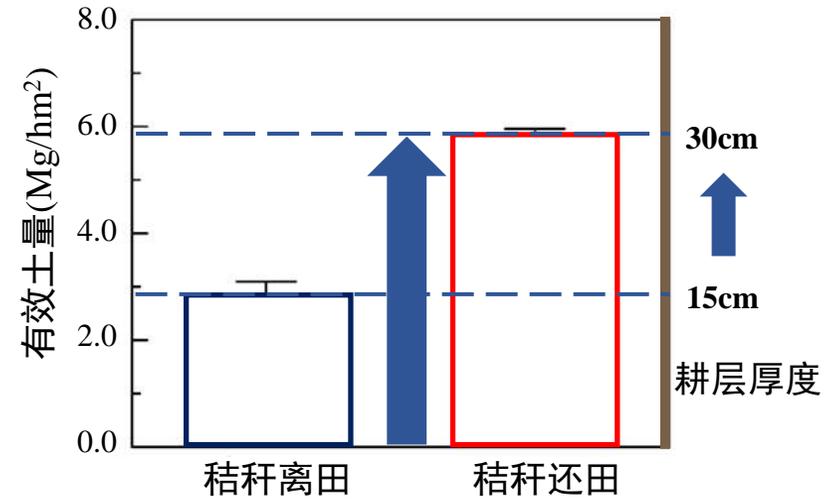
(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

1. 玉米秸秆全量深翻还田技术及配套产品

技术效果



土壤有机质含量年际变化



有效土量变化

➤➤➤ 秸秆全量深翻还田促进了深层土壤快速培肥

二、玉米秸秆全量还田培肥技术



1. 玉米秸秆全量深翻还田技术及配套产品

(4) 经济效益核算 (2018-2019年)

(元/hm²)

项目 Item	公主岭 Gongzhuling		伊通 Yitong	
	规模经营主体 Opt	普通农户 Tra	规模经营主体 Opt	普通农户 Tra
机械作业 Mechanical operation				
施肥、播种 Fertilization and sowing	400~500	900~1200	400~500	800~1000
除草 Weeding	50~80	150~200	50~80	150~200
病虫害防治 Disease and insect control	100~160	200	120~150	200
机械收获 Mechanical harvesting	350~500	1000~1200	400~500	1100~1200
秸秆深翻还田 Straw with deep plowing	600~800	-	700~800	-
其他耕、整地 Other ploughing or soil preparation	-	500~800	-	500~800
合计 Total	1500~2040	2250~3600	1670~2030	2750~3400
农资投入 Agricultural materials investment				
化肥 Chemical fertilizer	2200~2750	2500~2990	2125~2500	2250~3000
种子 Seed	500~700	800~960	500~700	800~960
农药 Pesticide	200~300	150~250	200~300	150~250
雇工 Hired worker	120~230	600~900	100~210	500~800
合计 Total	3020~3980	4050~5100	3125~3710	3700~5010
土地流转 Land transfer	10000	-	7500	-
项目补贴 Project subsidies				
秸秆还田作业补贴 Operation subsidies with straw return	1500	-	1500	-
其他农业补贴 Other subsidies	-	3500	-	3500
合计 Total	1500	3500	1500	3500
玉米单产 Maize yield (kg/hm ²)	11 080~11 395	10 285~10 615	10 440~10 770	9670~9965
净利润 Net profile	5991~6924	13 907~15 213	8197~8746	13 027~14 456

雇工包含家庭用工；玉米价格按 1.8 元/kg 计；土地流转费用按均值计算，其中公主岭 10 000 元/hm²，伊通 7500 元/hm²；此表中未考虑购买农机及其折旧部分

(蔡红光, 2021, 作物杂志)

二、主要技术途径

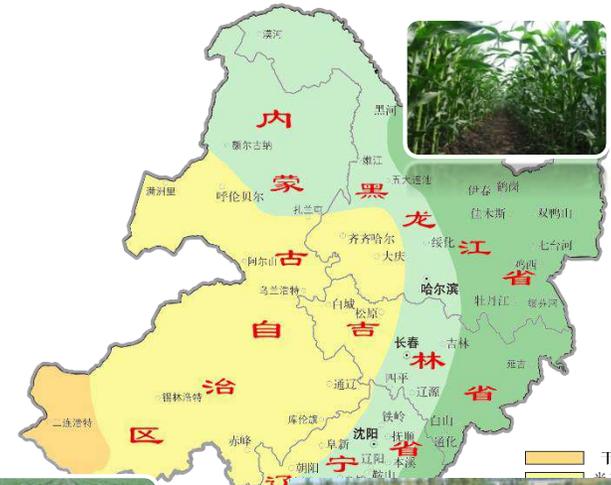
(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

1. 玉米秸秆全量深翻还田技术及配套产品

适应区域

耕层厚度大于30cm，且无盐碱、砂石等障碍

- 制定农业部行业标准《东北春玉米秸秆深翻还田技术规程（NY/T 3561-2020）》
- 基于核心技术申报发明专利：一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法（ZL 2016 1 0878057.0）
- 拍摄“玉米秸秆深翻还田技术体系”科教片



电审科字【2017】第026号



二、主要技术途径

(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

2. 玉米秸秆全量条带覆盖还田技术及配套装备

技术要点

全量均匀覆盖



无堆积，无漏切

播前苗带清理



苗带宽 40cm

播种补水一体

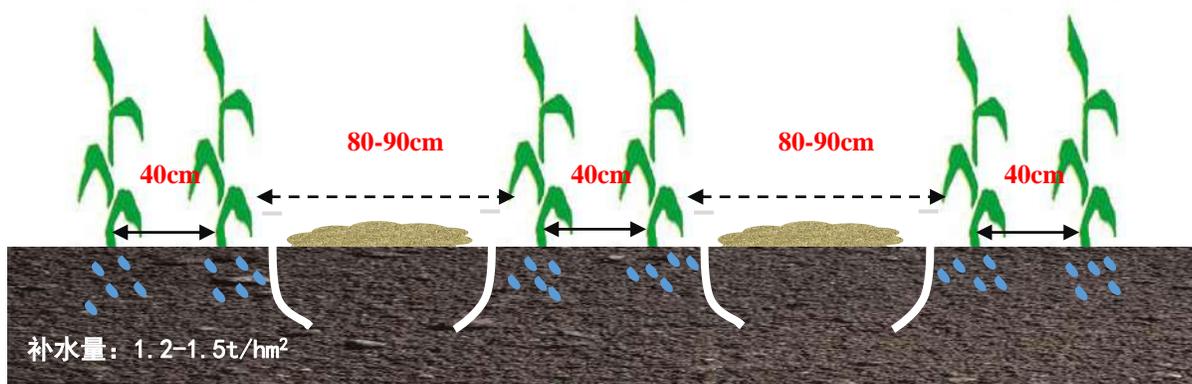


补水量 1.2-1.5t/hm²

苗期斜式深松



深松深度 30cm

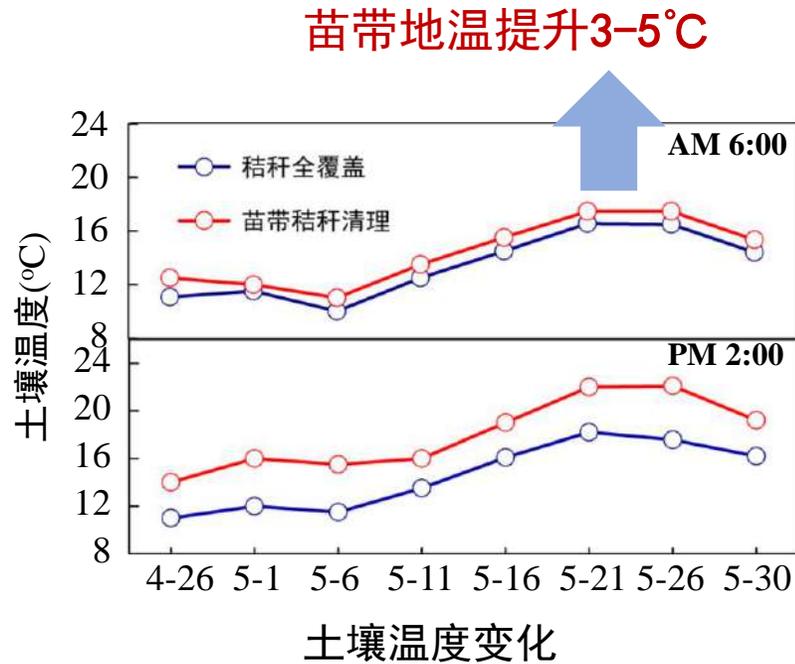


二、主要技术途径

(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

2. 玉米秸秆全量条带覆盖还田技术及配套装备

技术效果



出苗率 > 95%



秸秆覆盖 VS 农户对照

解决了秸秆地表全覆盖造成的地温低、播种保苗差等问题

二、主要技术途径

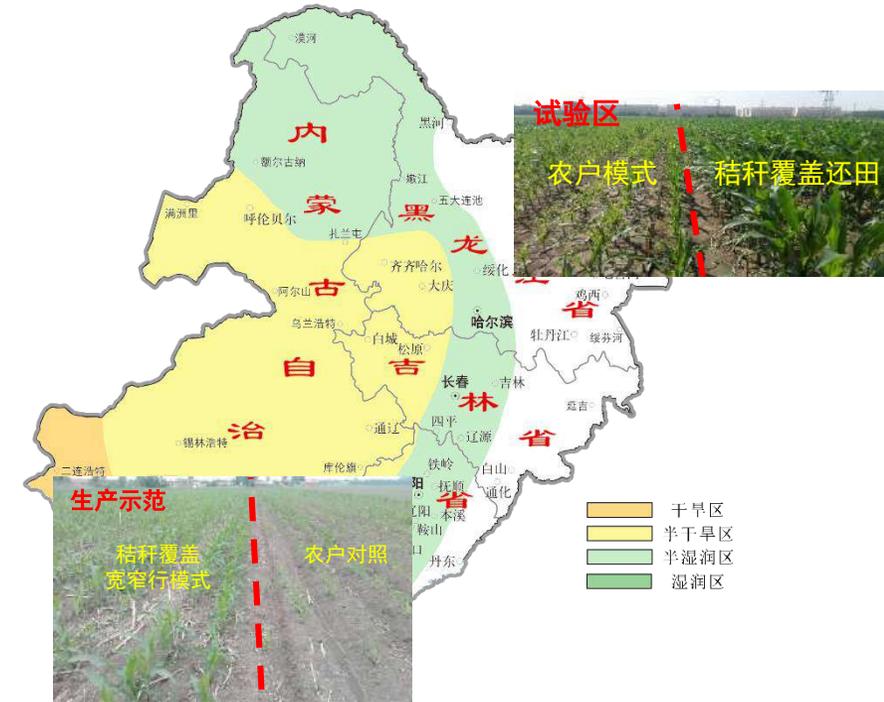
(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

2. 玉米秸秆全量条带覆盖还田技术及配套装备

适应区域

中、西部雨养区，风蚀严重地块，风沙土区等

- 制定农业部行业标准《东北春玉米秸秆覆盖还田技术规程》
- 研发秸秆还田及配套耕作机具（发明、实用新型等）
- 拍摄“玉米秸秆还田技术”科教片



二、玉米秸秆全量还田培肥技术



2. 玉米秸秆全量条带覆盖还田技术及配套装备

(4) 经济效益核算 (2018-2019年)

元/hm²



项 目	中部		西部	
	SSR	CK	SSR	CK
一、机械作业				
施肥、播种	500~600	600~800	400~500	500~600
除草	50~80	150~200	50~80	150~200
病虫害防治	100~160	200	100~160	200
机械收获	350~500	700~800	400~500	600~800
秸秆覆盖还田	200~300	-	200~300	-
其他耕、整地	-	500~800	-	400~600
合计	1200~1640	2150~2800	1150~1540	1850~2400
二、农资投入				
化肥	2400~3000	2700~3400	2000~2600	2200~3000
种子	500~700	700~900	500~700	800~900
农药	200~300	150~250	200~300	150~250
雇工	150~250	600~800	200~300	800~1000
合计	3250~4250	4150~5350	2900~3900	3950~5150
三、土地流转	7000~8000	-	5500~6000	-
四、项目补贴				
秸秆还田作业补贴	450~600	-	450~600	-
其他农业补贴	2500~3000	2500~3000	2200~2450	2200~2450
合计	2950~3600	2500~3000	2650~3050	2200~2450
五、玉米平均单产	11199~11749	10532~11263	8305~10359	8114~9825
六、净利润	9218~13298	13307~16973	6159~12146	9255~14335

二、主要技术途径

(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

3. 玉米秸秆全量粉耙还田技术

技术要点

机收粉碎-隔年深松-重耙整地-春季镇压-苗期深松

操作流程

秸秆粉碎



粉碎有利于混合

隔年深松



深度30cm以上

三次耙地



重耙两次，中耙一次

秋季起垄



均匀垄

春季镇压



垄体上实下松

苗期深松



增温通气

二、主要技术途径

(一) 秸秆全量直接还田地力提升技术及装备

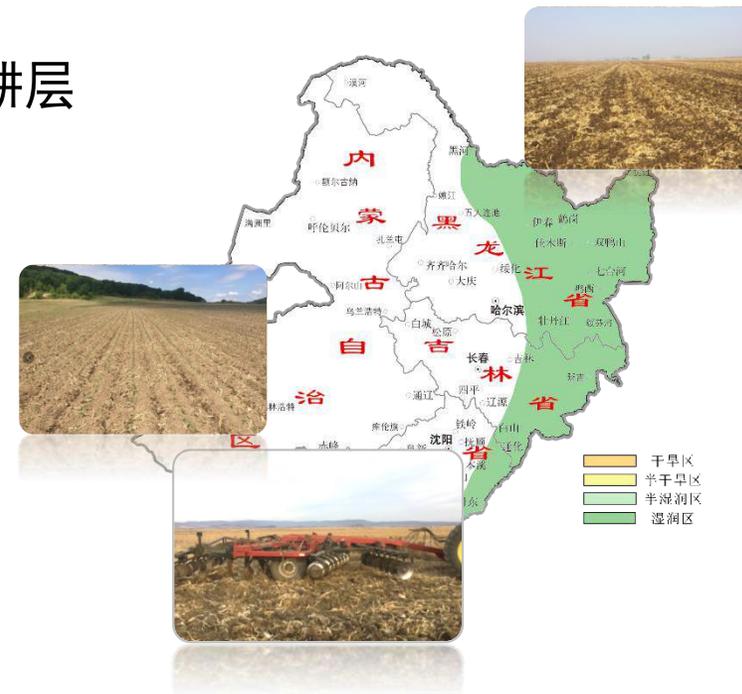
3. 玉米秸秆全量粉耙还田技术

技术效果

- ▶ 与传统方式相比，春季播种期耕层土壤地温平均**提高0.8℃**，耕层土壤含水量**降低7.5%**，增温、散墒效果显著
- ▶ 提高耕层土壤有机质含量，增加土壤生物种类和数量

适应区域

东部湿润区，土壤类型是白浆土、暗棕壤
中部半湿润区，具备配套农机条件地区



二、主要技术途径



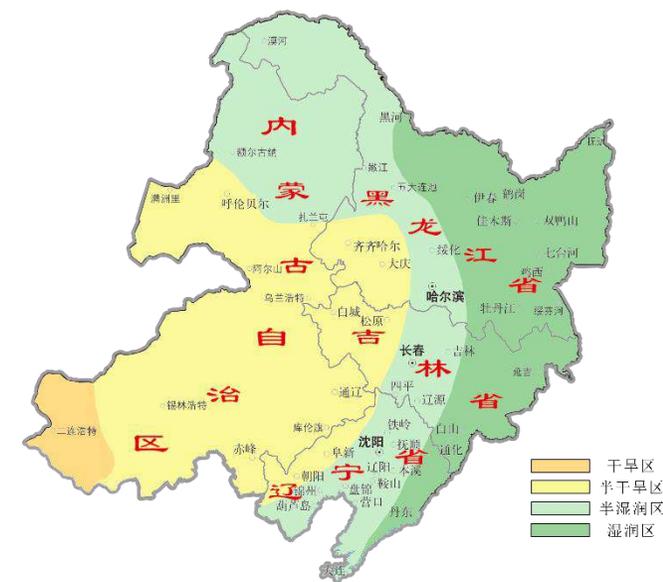
(二) 续补式减量增效施肥技术

雨养区

- ▶ 玉米分次减量施肥技术
- ▶ 缓/控释氮肥一次性施用技术

灌溉区

- ▶ 玉米滴灌减量高效施肥技术

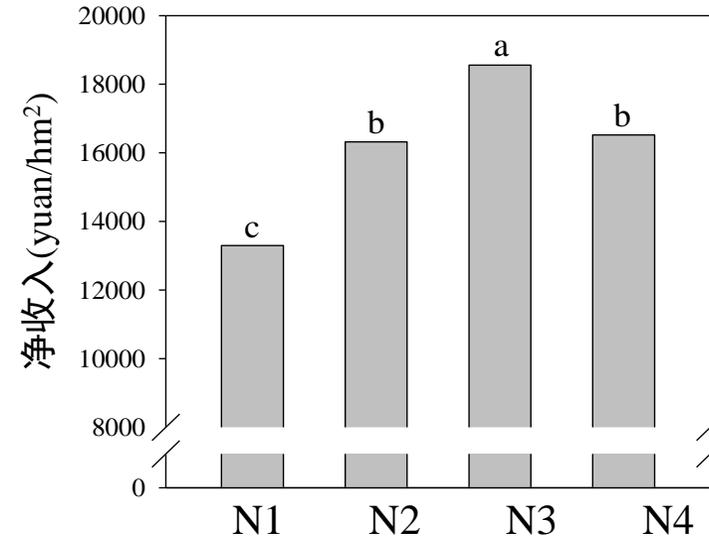
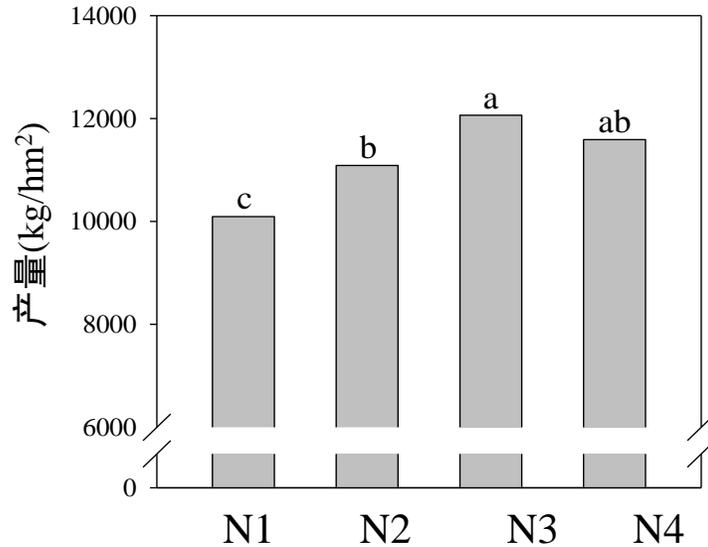


二、主要技术途径

(二) 续补式减量增效施肥技术

1. 雨养区玉米分次减量施肥技术

□ 氮肥—总量控制，分次调控



注：N1:(100%基肥)、N2:(50%基肥+50%拔节肥)、N3:(30%基肥+50%拔节肥+20%开花肥); N4:(20%基肥+30%拔节肥+30%开花肥+20%灌浆肥); 下同。

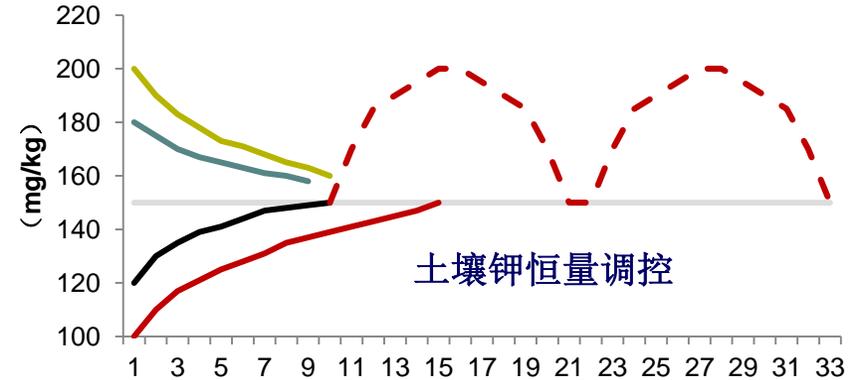
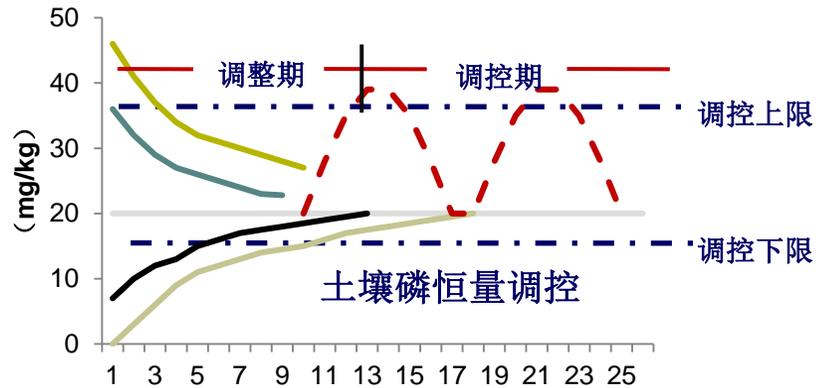
➤➤➤ 氮肥：30%基肥+50%拔节肥+20%开花肥
显著提高玉米产量和净收入

二、主要技术途径

(二) 续补式减量增效施肥技术

1. 雨养区玉米分次减量施肥技术

- 磷肥—利用后效，减量施磷，恒量调控
- 钾肥—恒量调控，合理运筹



➤➤➤ P肥用量：50-100 公斤/公顷；连续2年减施30%后，因土而异

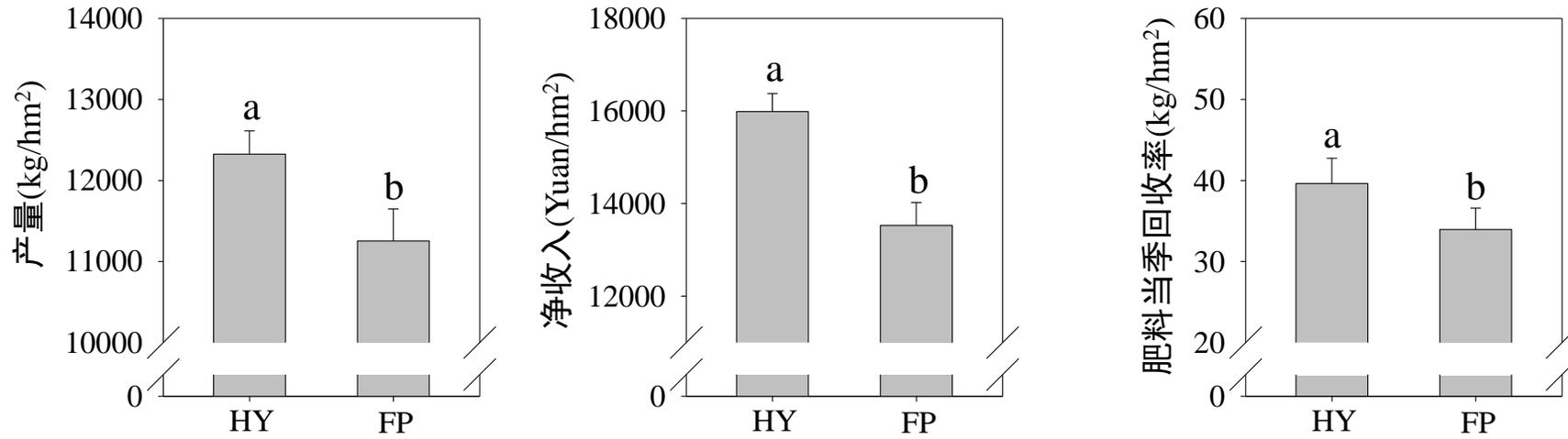
K肥用量：60-100 公斤/公顷；3-5年监控一次，因土而异

二、主要技术途径

(二) 续补式减量增效施肥技术

1. 雨养区玉米分次减量施肥技术

□ 采用高秆作物施肥机和专用肥料，实现玉米生育后期机械化追肥



»» 施肥效率：0.8-1.0公顷/小时
增产9.5%、增收18.2%
肥料当季回收率提高16.7%



二、主要技术途径

(二) 续补式减量增效施肥技术

2. 缓控释氮肥一次性施用技术

□ 缓控释肥高效产品

环氧树脂包膜、聚脂类包膜、腐殖酸类包膜，氮素释放期为50-90天。

□ 施用技术

➤ 合理施肥量：

√低目标产量 (7500-10500 kg/hm²) : N:170-180、P:50-60、K:60-80 kg/hm²;

√中目标产量 (10500-12000 kg/hm²) : N:180-200、P:60-80、K80-100 kg/hm²;

√高目标产量 (12000-15000 kg/hm²) : N:200-220、P:80-100、K100-120 kg/hm²;

➤ 速效氮肥与缓控释氮肥最佳配比：50%+50%

➤ 氮肥安全施用位置：种子下方8-10cm，或侧下方6-8cm。

二、主要技术途径

(二) 续补式减量增效施肥技术

2. 缓控释氮肥一次性施用技术

□ 技术效果

该技术满足玉米整个生育期的养分供应，节氮20%，增产5.1%，经济效益提高7.3%，肥料利用率提高15%，氮肥偏生产力提高31.4%。

年份	处理	产量 (kg/hm ²)	肥料成本 (元/公顷)	产量收益 (元/公顷)	节省人工 (元/公顷)	总收益 (元/公顷)	较FP增收效益	
							(元/公顷)	(%)
2013	FP	10365	2000	18657	0	16657	—	—
	CRF	10611	2080	19100	350	17320	713	4.3
2014	FP	11482	2000	22964	0	20964	—	—
	CRF	12117	2080	24233	350	22453	1539	7.3
2015	FP	10447	2000	17759	0	15759	—	—
	CRF	11050	2080	18785	350	17005	1296	8.2
2016	FP	12813	2000	14094	0	12094	—	—
	CRF	13636	2080	14999	350	13219	1175	9.7
2017	FP	12783	2000	20453	0	18453	—	—
	CRF	13433	2080	21493	350	19713	1310	7.1



二、主要技术途径

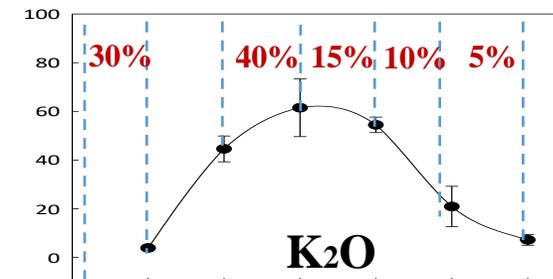
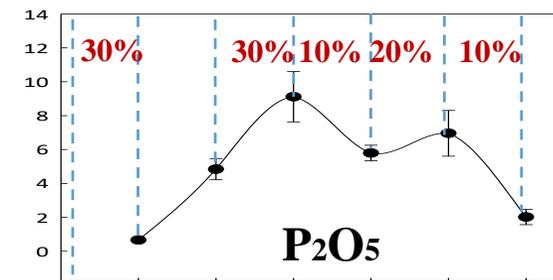
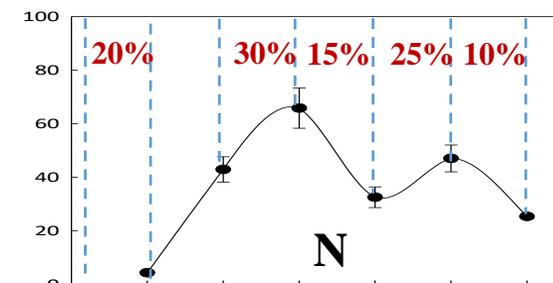
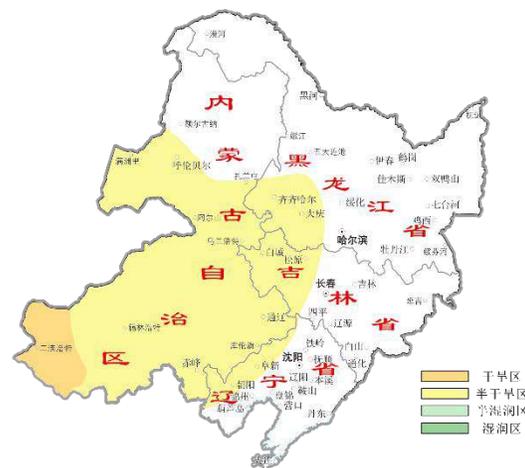
(二) 续补式减量增效施肥技术

2. 玉米滴灌减量高效施肥技术

施肥时期及比例确定方法

施肥原则

- 氮：滴施为主+基施为辅
- 磷：基施为主+滴施为辅
- 钾：滴施为主+基施为辅



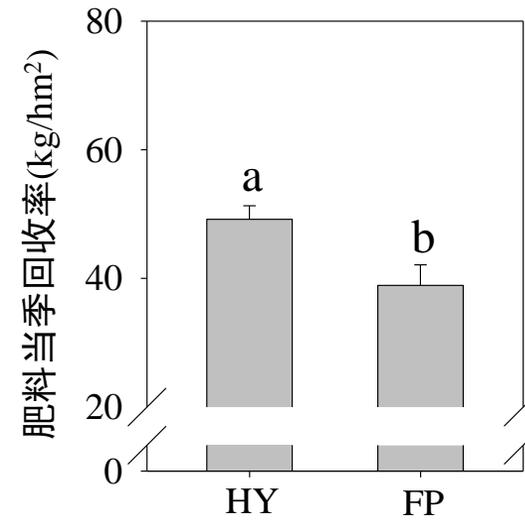
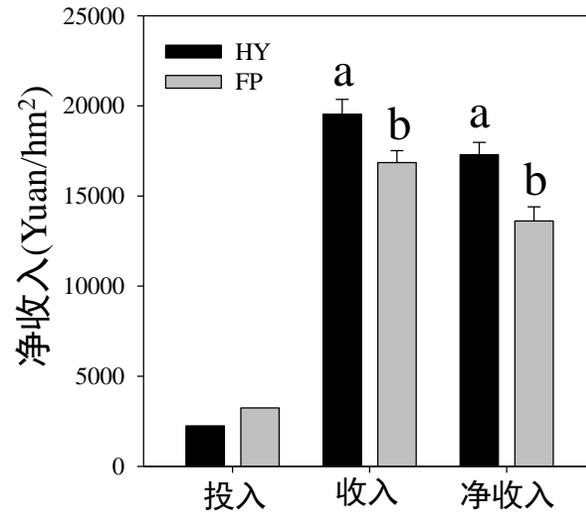
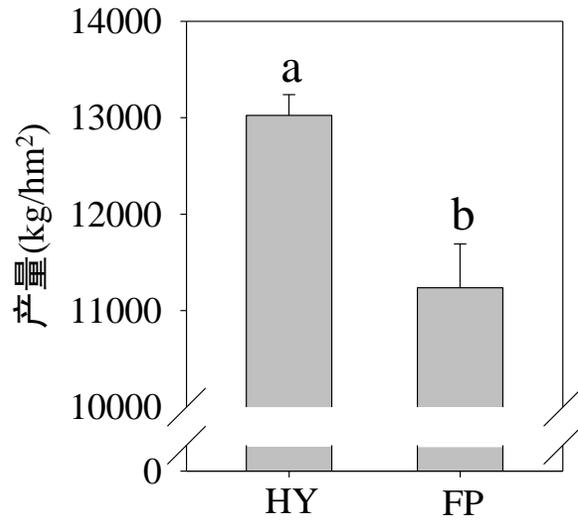
依据玉米养分吸收特性，明确了滴灌条件下氮、磷、钾肥适宜施用时期及比例

二、主要技术途径

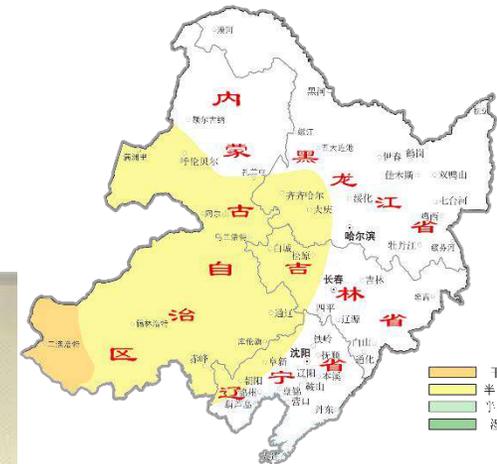
(二) 续补式减量增效施肥技术

2. 玉米滴灌减量高效施肥技术

□ 技术效果



» 研制了玉米专用水溶肥料，与传统施肥模式相比，增产15.9%、增收23.4%；肥料当季回收率提高26.5%。



二、主要技术途径



(三) 技术示范与扩散-黑土地保护与利用

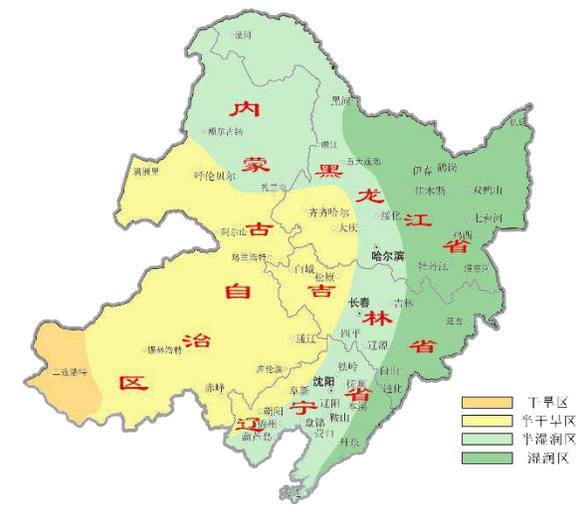
1. 技术模式构建的总体原则

- 东北黑土地保护必须在高效利用前提下进行保护，保证粮食持续高产、土壤肥力不断提升和资源可持续利用
- 涵盖完整种植链条，包括整地、施肥、播种、植保、收获等作业环节，可操作性强
- 依据东、中、西部地区生产生态特征，分区施策，统筹现行生产主体技术与前瞻性技术

——东部以加深耕层、增温散墒为主，以解决平川地春季温度低、土壤湿度大，坡耕地水土流失严重等突出问题。

——中西部大部分地区以增碳培肥、加深耕层、蓄水保墒为主，以解决有机质下降，耕层浅实少、季节性干旱等突出问题

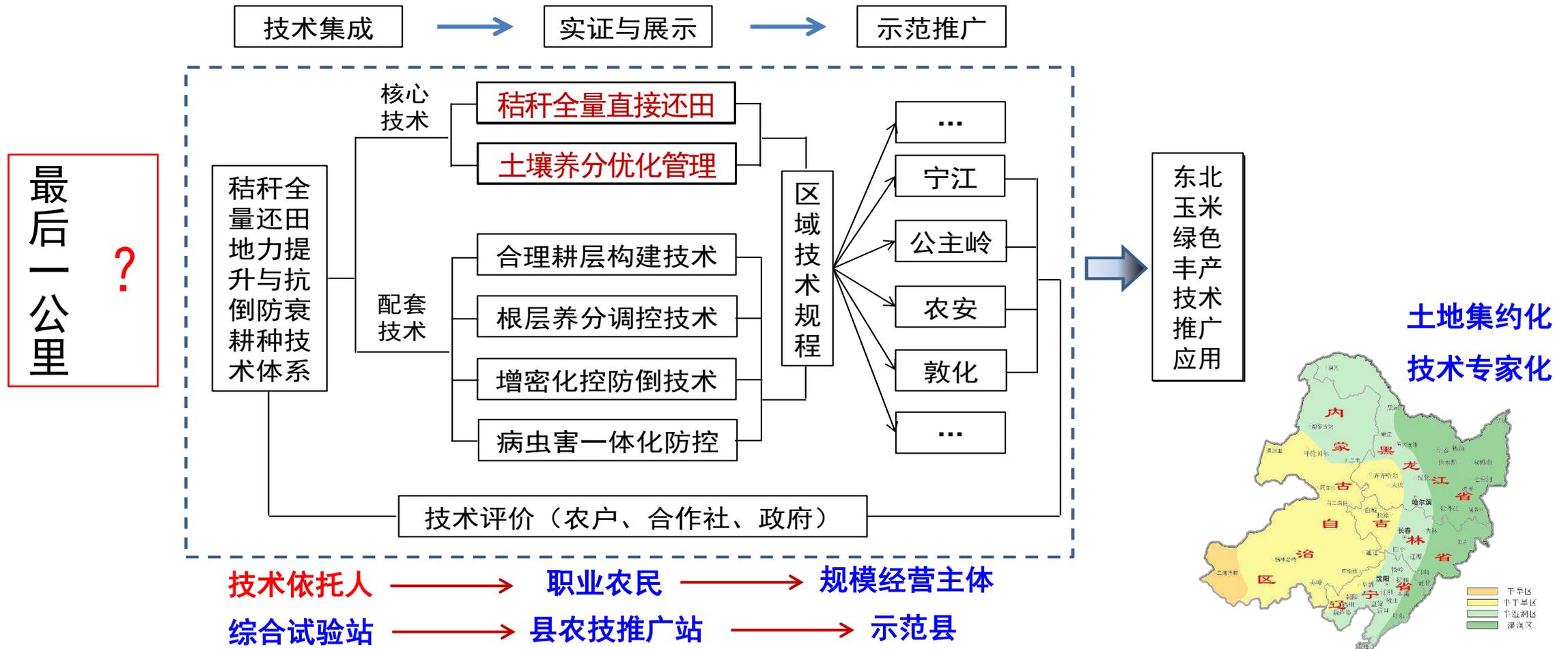
——西部边缘以加深耕层、保土保水、培肥地力为主，以解决干旱与风蚀等突出问题



二、主要技术途径

(三) 技术示范与扩散

2. “科、教、推、用” 顶层设计一体化，建立协同推广链条

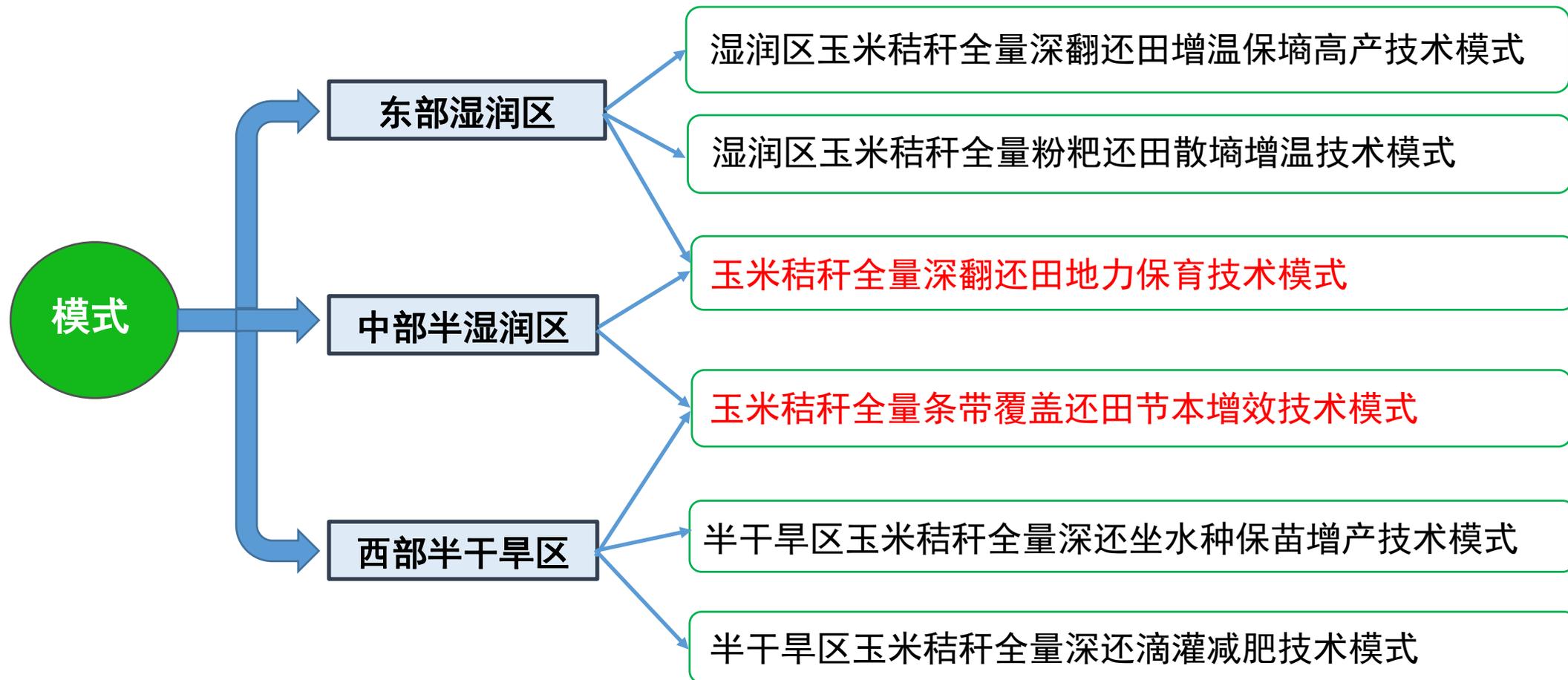


二、主要技术途径



(三) 技术示范与扩散

3. 基于整个种植链组装备套，形成技术模式



二、主要技术途径

(三) 技术示范与扩散

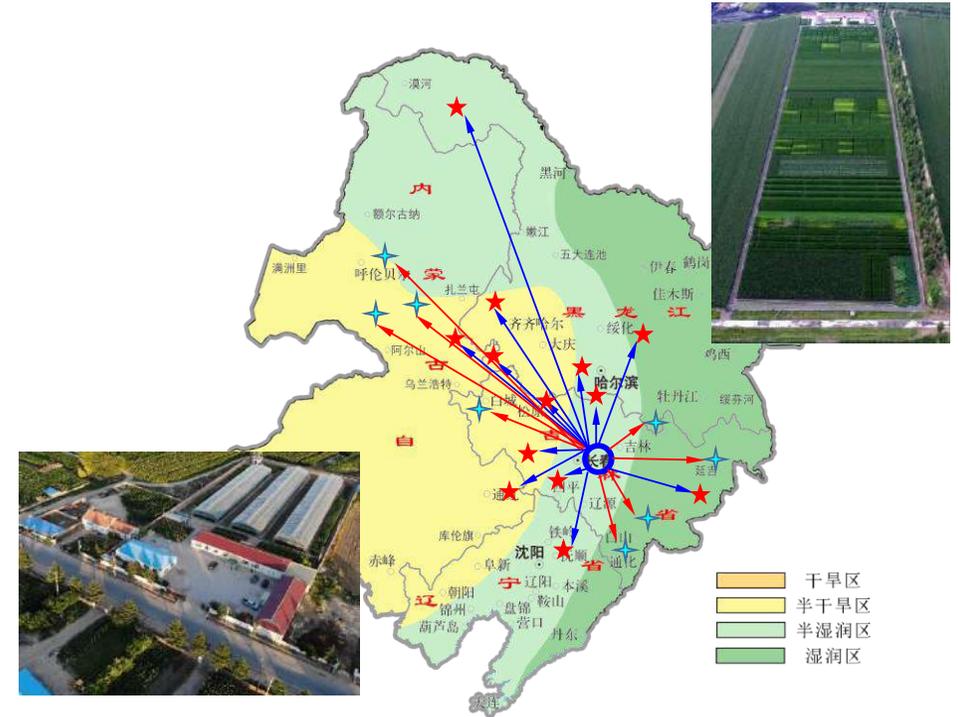
5. 依托规模经营主体扩散与展示

依托国家玉米产业技术体系综合试验站东北区网络。以综合试验站为核心，在东、中、西各个区，分别与130个规模化经营主体建立合作关系，开展新技术新模式示范与推广，累计试验示范推广面积16.8万亩

- “大技术、小调整” 区域共性
- “核心区、示范区、辐射区” 三级递散

中部地区部分规模经营主体

	合作社	地点	合作社经营面积 (ha)	核心区面积 (ha)
1	东辽县利民农机专业合作社	东辽县泉太镇黎明村	100	3
2	公主岭市春海家庭农场	刘房子街道石头庙子村	150	4.3
3	公主岭市东兴隆农机作业服务专业合作社	公主岭市朝阳坡镇东兴村	400	15
4	公主岭市新大房身种植农民专业合作社	公主岭市朝阳坡镇三和村	160	3.5
5	梨树县卢伟农机农民专业合作社	梨树县八里	350	4
6	梨树县蔡家联民农民专业合作社	梨树县蔡家	400	5
7	农安县鑫乾农机服务专业合作社	农安县	350	10
8	农安县腾达农机专业合作社	农安县杨树林乡	200	3
9	顺民心农牧专业合作联社	农安县小城子乡西王家村	230	5
10	长春市双阳区德信农民专业合作社	长春市双阳区鹿乡镇刘家村	100	3
...
21	伊通满族自治县 玉鹏农机合作社	伊通镇沈家村	100	3



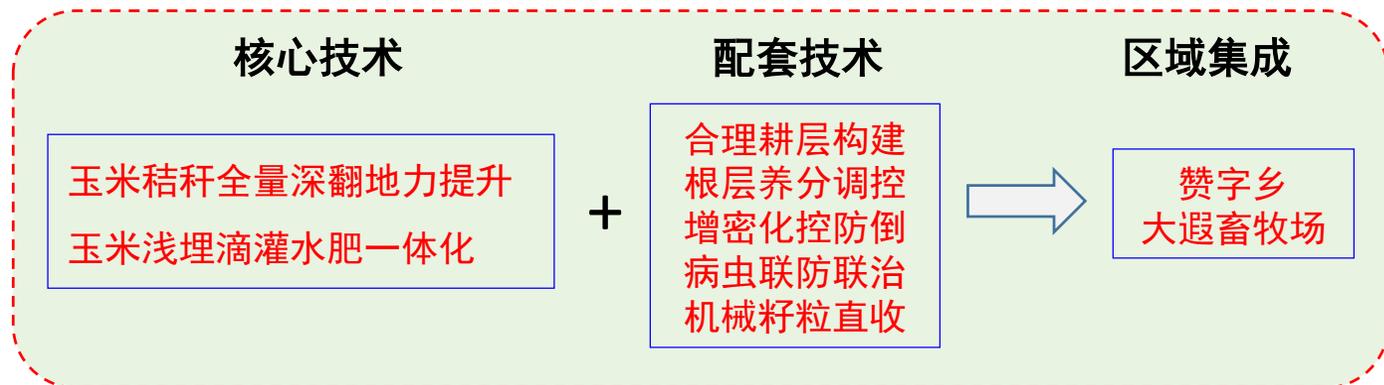
二、主要技术途径



(三) 技术示范与扩散

6. 建设现代农业高质量发展示范区

5万亩高标准农田（大遐畜牧场）



- 产量平均增加30%以上
- 节省灌溉用水35.7%
- 水分利用效率提高55.5%
- 节约化肥19.1%，化肥利用效率提高23.4%



父字村

大遐畜牧场

Google Earth

汇报内容

一、研究背景

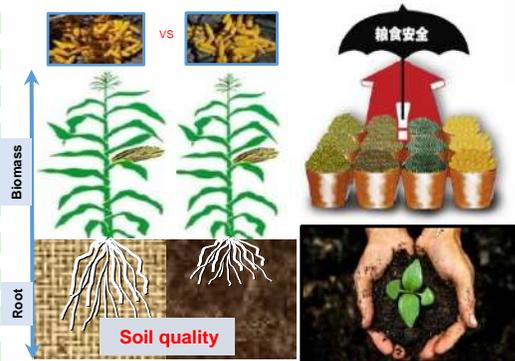
二、主要技术途径

三、展 望

(一) 黑土地玉米绿色高效生产

实施玉米秸秆全量直接还田是实现东北地区绿色发展的重要途径

保障国家粮食安全



- 黑土可持续利用
- 玉米稳产&高产

保证资源高效利用



- 秸秆资源高效利用
- 减少化肥使用

促进环境可持续



- 减缓大气污染
- 促进土壤固碳减排

三、展望

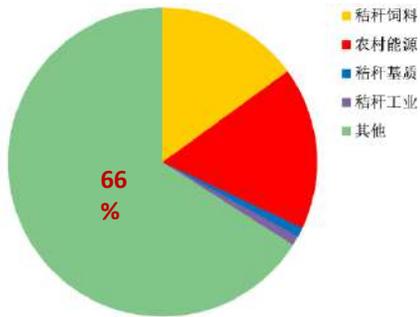


(二) 建立新型耕作体系，保障黑土资源可持续利用

“三三制”耕作体系构建（全量、全域）

- 三，深翻、条带覆盖、粉耙三种还田方式相结合，因地制宜，分区施策
- 三，三分之一秸秆离田，用于饲料、农村能源及其他

因地制宜、分区施策



1/3之一秸秆资源需要用于除还田外的其他农业生产



黑土地（有机质>4%）



三、展望

(三) 东北黑土资源可持续利用（绿色）发展方向

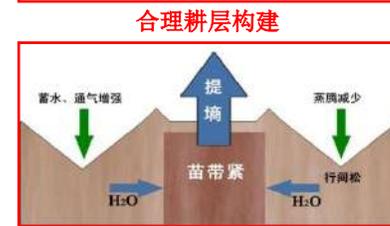
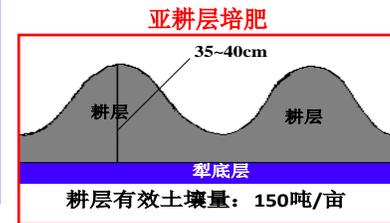
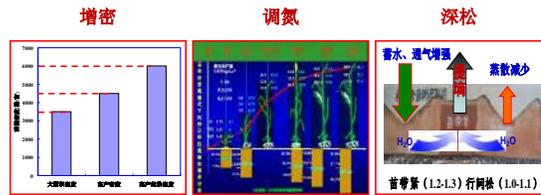
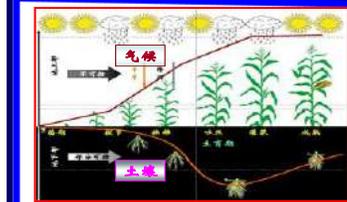
- ❖ 以秸秆直接还田为核心的新型耕作制度
- ❖ 规模化土地管理和技术依托（**新型职业农民**）
- ❖ 依据玉米养分需求精准施肥
- ❖ 机械化、信息化全链条作业

提质增效
(高质高效)

绿色增产增效

节肥增效

常规生产



结 语

东北黑土地是宝贵的农业基础性资源，是我国粮食生产能力的基石。黑土地保护刻不容缓，已上升为国家战略。在保证粮食持续增产、农民不断增收的基本国情前提下，实现耕地提质增效和农业绿色发展是落实“藏粮于地”国家战略的核心。



中国率先！ 中国方案和全球样板！
高产 高效 绿色

An aerial photograph of a high-speed train traveling along a track that runs parallel to a road through a vast, green agricultural landscape. The train is white and sleek, moving from the upper left towards the lower right. The fields are a vibrant green, and the sky is a pale, hazy blue. In the foreground, a dirt path crosses the fields. A utility pole stands near the path, and a telecommunications tower is visible on the right side of the track.

敬请各位专家指正
谢 谢