

山东省保护性耕作发展现状、
存在的问题与对策

Prospects and present situation of
conservation tillage in Shandong province



Shandong
Agricultural
University

山东农业大学 李增嘉

E-mail : lizj@sdau.edu.cn

Tel: 0538-8249737

主要内容

- 发展现状
- 存在的主要问题
- 发展对策

Status of CT in Shandong province

Main problems

Developmental countermeasures

1. 保护性耕作发展态势

1. Status of CT in Shandong province

1.1 稳步发展，效果显著

1.1 Developing steadily

- 20世纪70年代，我国一些省份开始对旱地保护性耕作进行了试验研究并在生产中应用推广。

the study on CT was started in some provinces of China during 1970s.



- 山东农业大学开展理论研究较早。自**1978**年开始，从“少耕”与“秸秆培肥相结合”的角度，进行“**少耕法耙秸还田及机具的研究**”项目，于1985年获山东省科技进步三等奖。

The study made by Shandong Agricultural University was begun in 1978, which was to study the minimum tillage with straw returning and its machines.

为了表彰在促进我省科学技术进步方面作出重要贡献的科技工作者，特颁发此证书，以资鼓励。

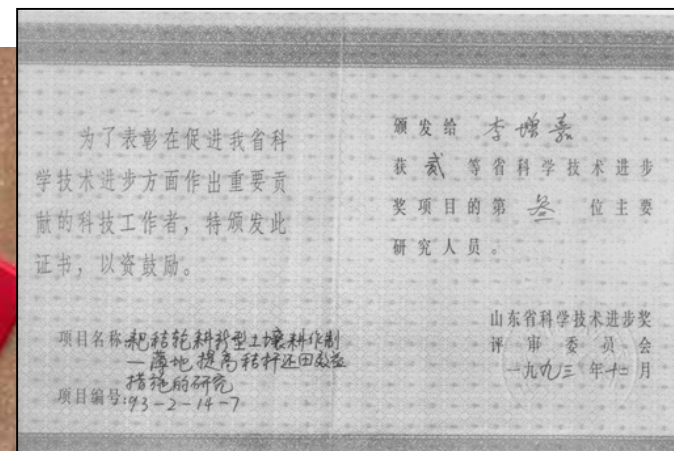
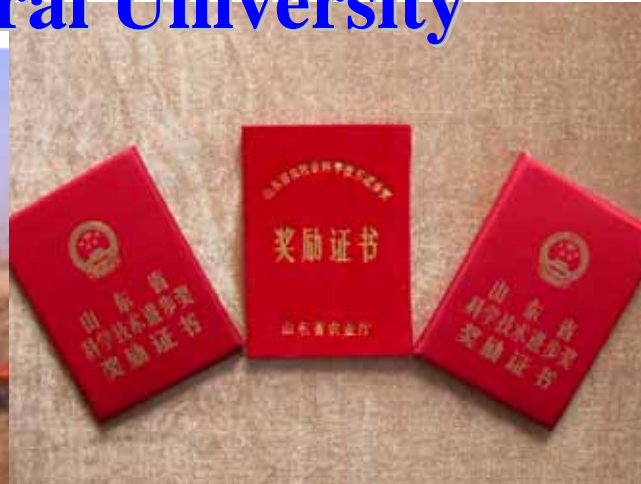
颁发给 **李增嘉**
获 **贰** 等省科学技术进步
奖项目的第 **叁** 位主要
研究人员。

项目名称 **耙秸轮耕犁型土壤耕作制
—薄地提高秸秆还田效益
措施的研究**
项目编号: **93-2-14-7**

山东省科学技术进步奖
评审委员会
一九九三年十二月

1989年~1992年以提高小麦—玉米一年两熟制下秸秆还田效益为目的，创建了以机械化为手段，麦收后麦秸盖田（或留高茬），秋季玉米秸秆还田的以耙代耕，耙两年、耕一年的**耙秸轮耕新型土壤耕作制**。于1993年获山东省科技进步二等奖。

From 1989 to 1992, the study on rotation tillage was carried out by Shandong Agricultural University



- 2004—2006年承担国家粮食丰产工程”华北平原山东省保护性耕作技术集成与推广”项目，取得了阶段性成果。

- 目前承担“十一五”国家科技支撑计划项目中”华北缺水保护性耕作技术与示范”

National Project of Science and Technology for Food Production

National Science and Technology Planning

Project in the Eleventh Five-year



- 山东省自2002年农业部启动保护性耕作示范项目以来，在农业部、省政府的大力支持下，在全省范围内再次开展了保护性耕作的推广，已经取得了阶段性的重大成果。

And after the CT projects startup by agriculture ministry in 2002, in order to increasing production and income, and protect the environment, the CT use in Shandong province was developed quickly.



■ 据统计，目前全省实施保护性耕作的面积达到**6万多 hm^2** ，取得了可喜的成绩。

Now, the total CT area of Shandong province was over $6 \times 10^4 \text{ hm}^2$, which increase the sustainable developing level of Shandong.



1.2 山东省保护性耕作的技术特色

1.2 Technological characteristics of CT in Shandong province

- 山东省是中国最重要的农业生产基地之一，耕地面积约**880万hm²**，粮食产量占全国总产量的**1/5**以上。因此山东省农业的丰歉，对全国农业和国民经济都将产生较大的影响。

Shandong is the important agricultural production base of China. The abundant or poor harvest would affect the whole country agriculture and economic.



■ 小麦套作玉米和小麦复种玉米一年二熟是山东省粮食生产的最主要种植模式。该区域保护性耕作具有显著的技术特色：

In Shandong, the main cropping modes are relay intercropping and multiple cropping of wheat and maize.





1.2.1 秸秆覆盖技术

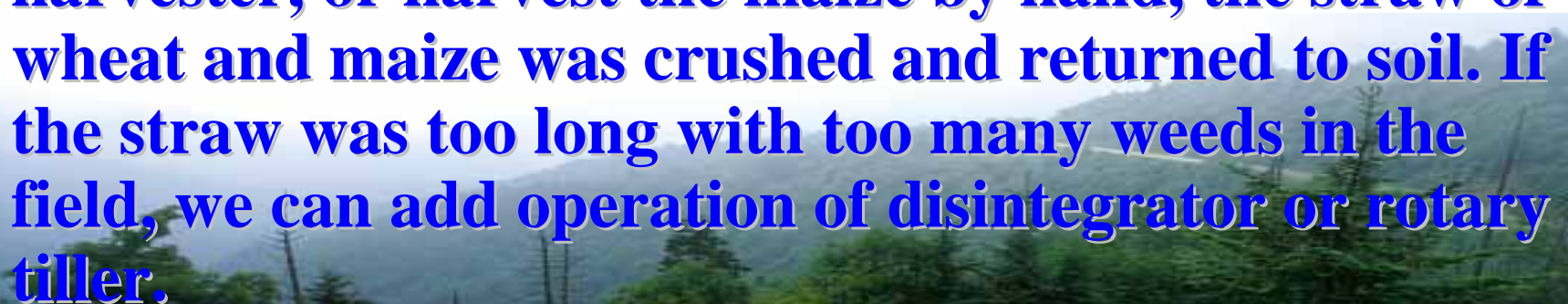
1.2.1 Straw covering technology

1.2.1.1 秸秆粉碎还田覆盖

1.2.1.1 Straw breaking and mulching

小麦、玉米在联合收割机收获，或者玉米果穗人工收获后，将小麦、玉米秸秆粉碎还田，如果秸秆还田后，秸秆太长而且地面杂草较多，可用粉碎机或旋耕机浅旋作业。

After the harvest of wheat and maize by combine harvester, or harvest the maize by hand, the straw of wheat and maize was crushed and returned to soil. If the straw was too long with too many weeds in the field, we can add operation of disintegrator or rotary tiller.



技术体系的田间作业为：

玉米收获时，用**4YW-2**背负式玉米联合收获机收获玉米，并将秸秆粉碎还田。

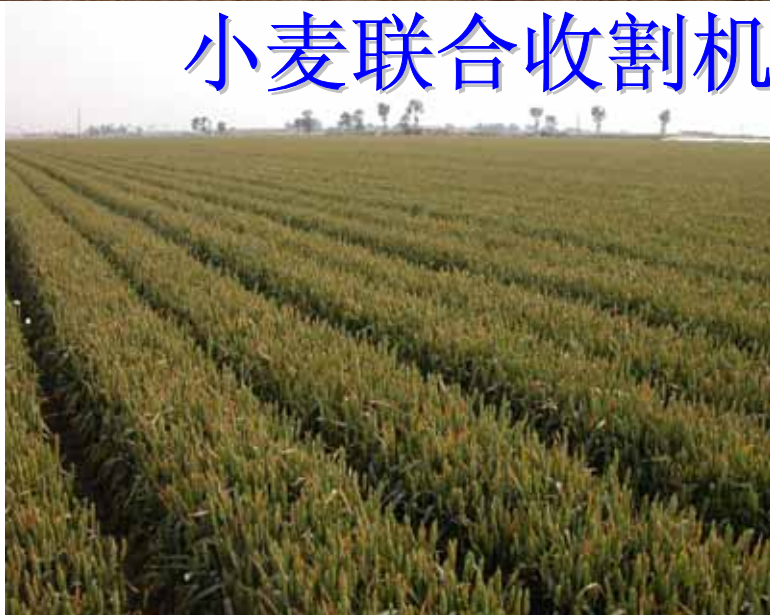


人工收获玉米果穗后，用**JDT804**型拖拉机牵引**1JH—165**型玉米秸秆还田机

全田玉米秸秆粉碎覆盖地面



小麦联合收割机收获，小麦秸秆覆盖



1.2.1.2 留茬覆盖

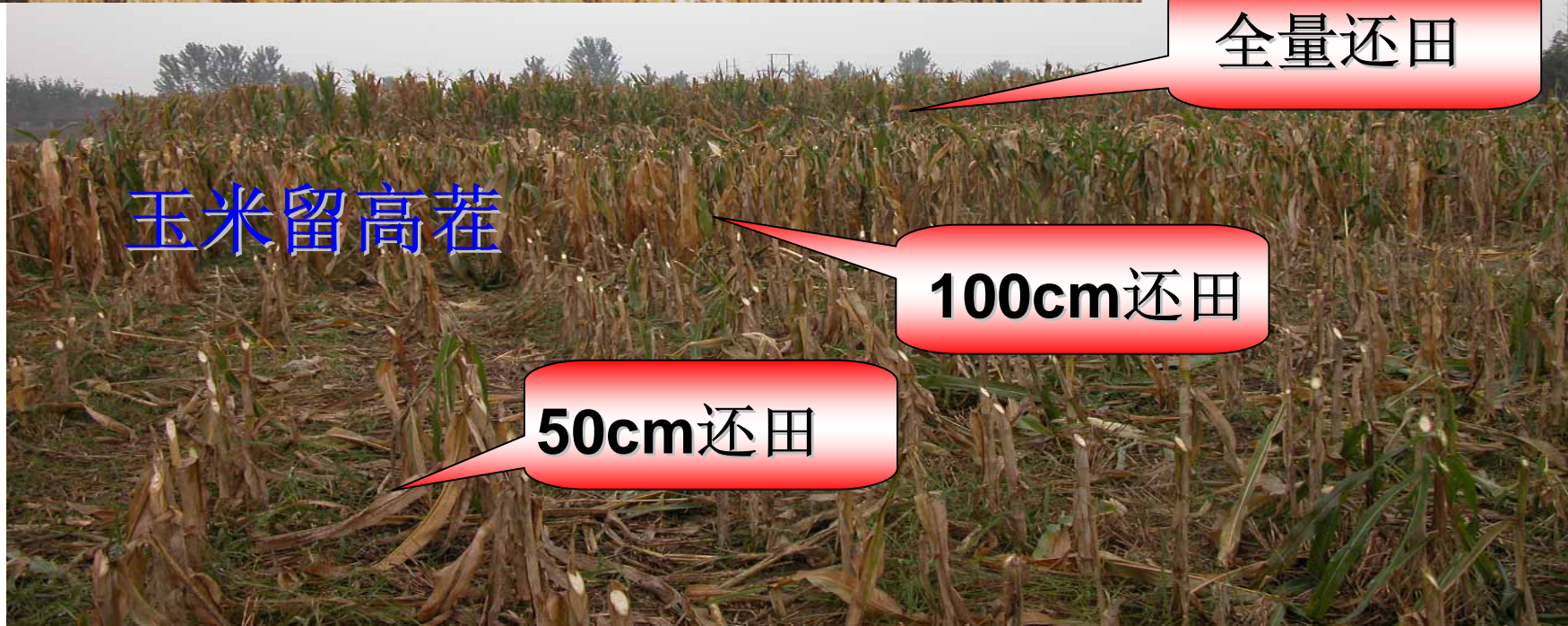
1.2.1.2 Covering with stubble

- 在农作物秸秆需要综合利用的地区，实施保护性耕作技术，一般采用机械收获留高茬+免耕播种作业、机械收获留高茬+粉碎浅旋播种复式作业两种处理方法。留茬高度一般玉米为**15cm**、小麦**20cm**以上。

In the straw comprehensive utilization region, the CT modes were crop harvested by machine with high stubble untouched + seeding with no-till or with shallow rotary tillage. The suitable height of maize was 15 cm, and that of wheat was above 20 cm.



小麦留高茬



玉米留高茬

全量还田

100cm还田

50cm还田

1. 2. 2 免耕播种技术

1. 2. 2 No-till seeding

- 小麦、玉米一年二熟免耕播种技术主要分为：小麦免耕播种和玉米免耕播种。

In double cropping system of wheat and maize, the no-till seeding technologies were including wheat no-till seeding and maize no-till seeding



小麦免耕播种



玉米免耕播种

1.2.3 耙茬少耕技术

1.2.3 Raking tillage on the stubble

- 为了探求减少土壤耕作环节，又能培肥地力，提高作物产量和机械化水平的新途径，我们经过多年研究总结出耙茬少耕技术。

Raking tillage on the stubble, generalized by Shandong Agricultural University, was a minimum tillage which can improve the fertility of soil and increase the crop yield .



其技术要点是：在小麦玉米一年二熟条件下，于传统翻耕的基础上，秋季将玉米秸秆全部粉碎还田，用重型缺口圆盘耙耙地后直接播种冬小麦，以耙代耕；

The key points of this technology were: using whole maize straw return instead of traditional tillage in autumn, and sowing the wheat after raking tillage by heavy cutaway disk harrow;



- 夏季小麦成熟时用联合收割机收获小麦，将秸秆全部粉碎还田后，用玉米免耕播种机播种夏玉米或麦收前套作玉米。

and the whole wheat straw also return to the field after crushed when wheat was harvest by combine harvester, and then sowing the maize with no-till seeding.



- 耙秸时,耙深为**10~15cm**,重型圆盘耙采用对角耙**1遍**,顺耙**1遍**,耙后秸秆掩埋率达**85%**以上;
- 再用轻耙(圆盘耙)顺耙**1遍**,耙深**8~10cm**,达到上虚下实的种床要求。

First, raking till was carried out by heavy cutaway disk harrow in diagonal and parallel method, each for once, which suitable deep was 10-15 cm and 85% of the stubble was buried by soil. Then parallel raking was used by the light cutaway disk harrow once with depth of 8-10cm, which will result in an "upper loose and lower tight" arable layer for seeds.

- 根据我们多年研究的结果，在壤质土上耙茬少耕的适宜年限为2年，即**耕1年耙2年**；
- 而在砂壤土上，耙茬少耕的适宜年限可以延长到3年，即形成**耕1年耙3年**。

According to the study results, the suitable years of raking tillage in the loamy soil was 2, that is to say, furrow 1 year then raking 2 years. But in sandy loam, the suitable years of raking tillage in the loamy soil were 3, which mean furrow 1 year then raking 3 years.

1. 2. 4 旋茬少耕技术

1. 2. 4 Rotary tillage on the stubble

- 与耙茬少耕一样，相对于传统翻耕而言，按一定年限进行作物秸秆覆盖下的旋耕播种方式，也应属少耕范畴。

Rotary tillage on the stubble was also a minimum tillage.



- 我们多年的研究表明，在小麦玉米一年二熟条件下，于传统翻耕的基础上，秋季将玉米秸秆全部粉碎还田，采取旋耕表土代替翻耕；夏季小麦秸秆粉碎还田免耕播种玉米或麦收前10—15天套作玉米，减少土壤耕作次数及强度，同样也收到了良好的效果。

The process of this technology was: using whole maize straw return instead of traditional tillage in autumn, and sowing the wheat after rotary tillage; and the whole wheat straw also return to the field after crushed when wheat was harvest by combine harvester, and then sowing the maize with no-till seeding or relay-planted maize before wheat harvest.



- 由于旋耕是仅限于表土作业，采用年限不宜过长，一般连续采用**2年—3年后**，结合翻耕或深松而形成轮耕体系，效果更佳。
- **Because rotary tillage was a kind of surface tillage, it can be used 2-3 years between normal tillage.**



1. 2. 5 深松技术

1. 2. 5 Deep loosen technology

- 深松方式可选用局部深松或全方位深松。根据山东农业大学研究，连续4年耙茬少耕后进行深松，即第五年用深松铲（犁柱间距30cm、铲幅20cm、松土深30cm）深松，部分破除耙底层，对小麦根系的生长发育起到了积极的作用。

The results of our showed that, deep loosen after 4-year raking tillage can partly break the plough pan, which was benefit for the root growth of wheat.



■ 深松后，土壤蓄、保水分能力明显好于连年翻耕，小麦比翻耕秸秆处理增产12.10%-17.18%，玉米增产6.87%。因此，要建立耙松结合、旋松结合的科学轮耕体系。


By deep loosening, the water-holding capacity of soil was better than continuous plowing, which leads to 12.10%-17.18% wheat yield and 6.87% maize yield higher than that of continuous plowing, respectively . In conclusion, we should building the alternate tillage of raking + deep loosen and rotary + deep loosen.

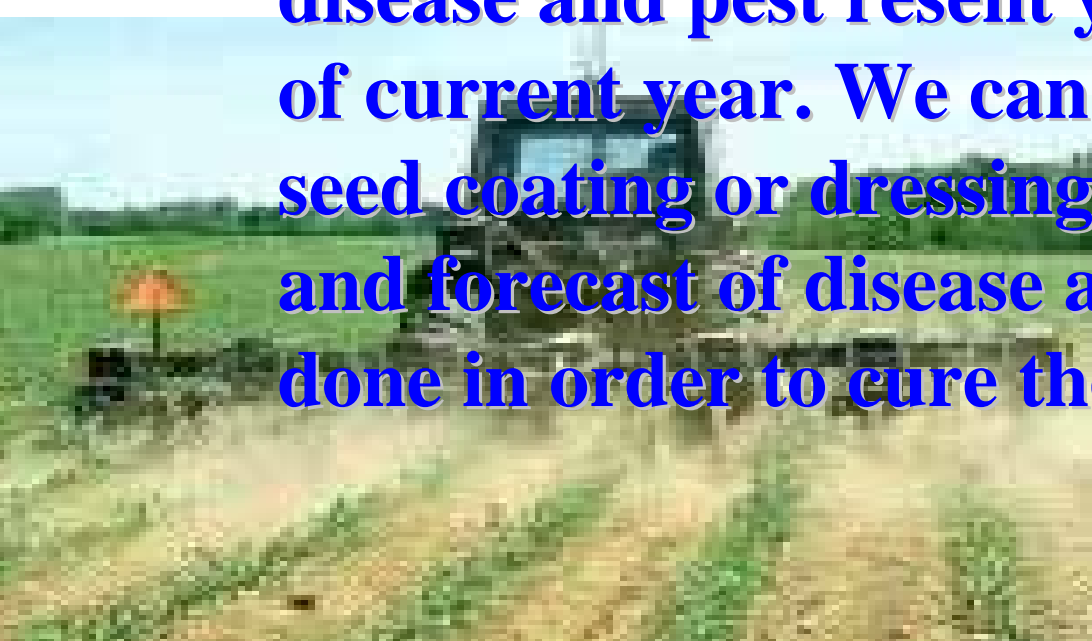
1. 2. 6 杂草、病虫害防治技术

1. 2. 6 Weeds, disease and pest control

- 播种前施用除草剂通常是将除草剂混入土中，使除草剂和松土混合作业。播种后出苗前施除草剂，一般是和播种作业结合进行，施除草剂的装置位于播种机之后，将除草剂施于土壤表面。作物出苗后在其生长过程中，视田间杂草情况喷洒除草剂。

In order to control the weeds, the herbicide of adapted types and quantities should be used. The better use stages for herbicide were just before sowing, after sowing but before seedling, even at the early growth stage of seedling. During the growth of crops, the herbicide still can be used according to the really situation of weeds in the field.

- 
- 病虫害防治要根据地块病虫害发生的情况及当年的实际情况，选择适宜的药剂种类及合理的配方对作物种子进行包衣或拌种；加强病虫害的预测预报，适时采取防治措施。



The control of disease and pest should be carried out according the occurrence of the disease and pest resent years and the situation of current year. We can use adapted agents to seed coating or dressing; also the prediction and forecast of disease and pest should be done in order to cure them in time.

3 技术模式的生态效益与社会经济效益

3. Ecological and social economic benefits

- 实践表明保护性耕作在山东省是可行的，不仅能改善生态环境,加强生态建设,而且还能培肥地力,提高作物产量,具有明显的生态效益和社会经济效益。
- **The results showed that CT has ecological and social economic benefits for the agriculture in Shandong province, which not only can better the environment and increase the soil fertility, but also can increase the crop yield and income.**

3.1 生态效益明显提高

3.1 Ecological benefits

- 保护性耕作技术能有效地提高秸秆还田效益，改善土壤的水分、养分状况，具有良好的培肥、蓄水、保水、提水能力。
- 在小麦玉米套作一年两熟种植模式中，旋茬少耕、耙茬少耕和免耕方式比传统翻耕的作物水分利用率分别提高**15.68%**、**10.53%**和**19.52%**；
- **CT can increase the benefits of straw return, better the water and nutrient situation of soil. In double cropping system of wheat and maize, the water use efficiency of rotary tillage, raking tillage, and no tillage were 15.68%、10.53% and 19.52% than normal tillage, respectively.**

■ 在同一施肥量和灌溉量的情况下，旋茬少耕和耙茬少耕比传统翻耕对土壤有较强的蓄水保墒能力,利于土壤**0cm~60cm**硝态氮的积累,而减少**60cm~100cm**土壤硝态氮的含量,有利于作物的吸收利用，减少氮肥对地下水环境的污染。

At the same level of fertilizer and irrigation, the water preservation of soil under tillage and raking tillage were higher than normal tillage. CT can still increase the nitrate accumulation in 0-60 cm soil layer, but decrease the nitrate accumulation in 60-100 cm soil layer, which can increase the nitrogen absorbed by crops and decrease the nitrogen loss.

3.2 社会经济效益显著增加

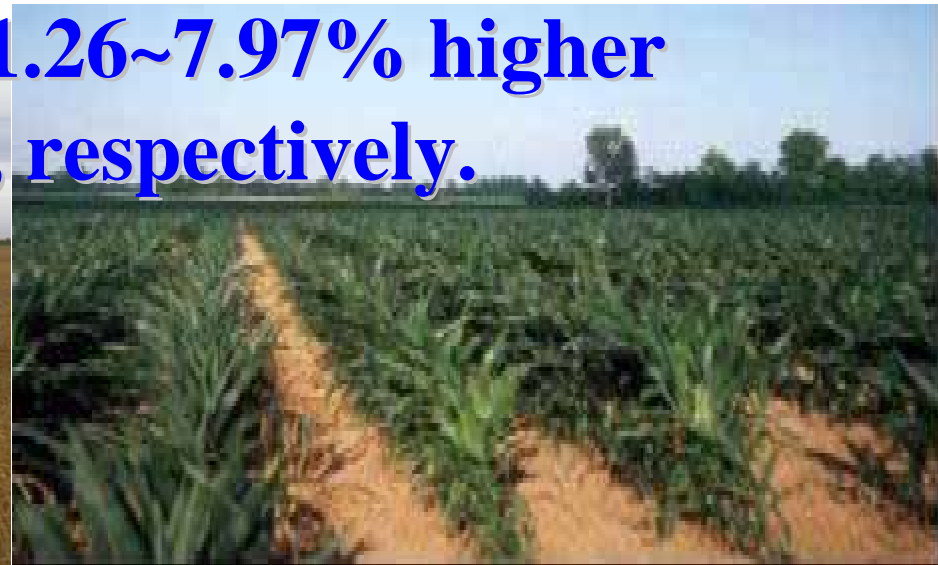
3.2 Social economic benefits

- 实施保护性耕作技术，工序比传统耕作减少一半以上，效率高、用工少、能耗低，显著降低生产成本。据我们多年研究，耙茬少耕和旋茬少耕比传统翻耕油耗分别降低**39.71%**和**55.88%**，用工量减少**40%**，作业成本降低**37.67%**和**28.91%**。

According to the study of our, the fuel consumptions of raking tillage and rotary tillage were decreased by 39.71% and 55.88%, compared with normal tillage, and the cost of them were decreased by 37.67% and 28.91%, respectively.

■ 从小麦、玉米两熟全年单位面积产量来看，采用旋茬少耕、耙茬少耕和免耕等保护性耕作比传统翻耕增产**11.93~12.6%**、**11.38~12.27%**和**1.26~7.97%**。

- **Form the whole yield of wheat and maize, the yield of rotary tillage, raking tillage, and no tillage were 11.93~12.6%, 11.38~12.27% and 1.26~7.97% higher than normal tillage, respectively.**



4. 存在的主要问题

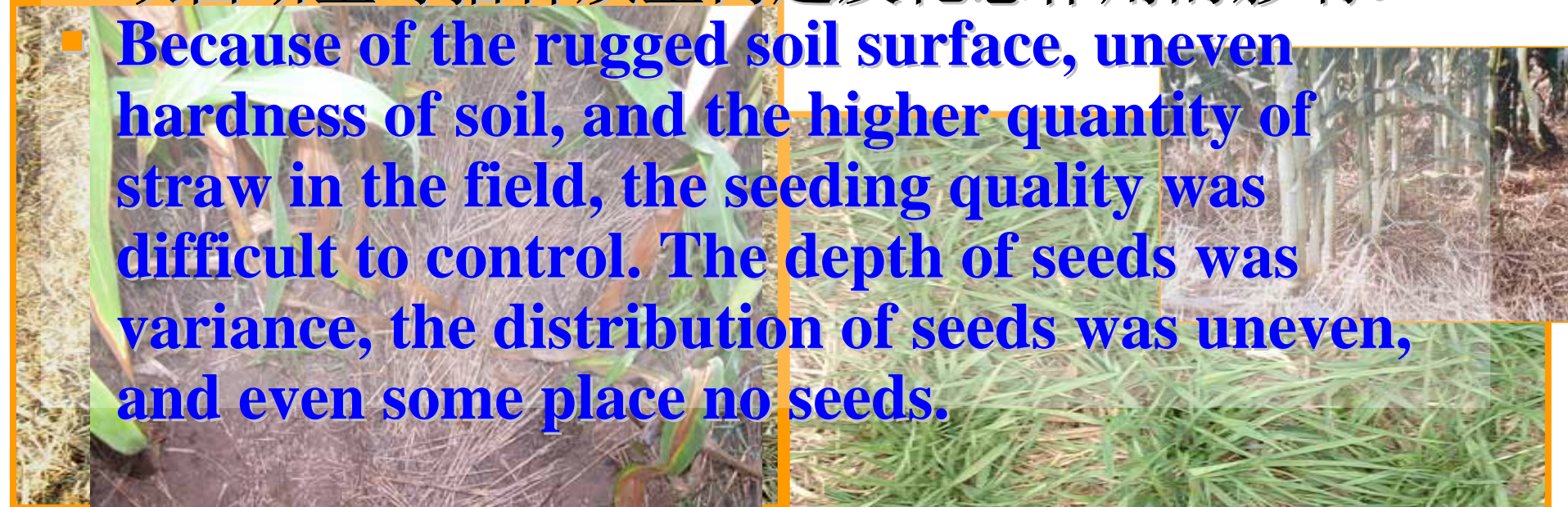
4. Main problems

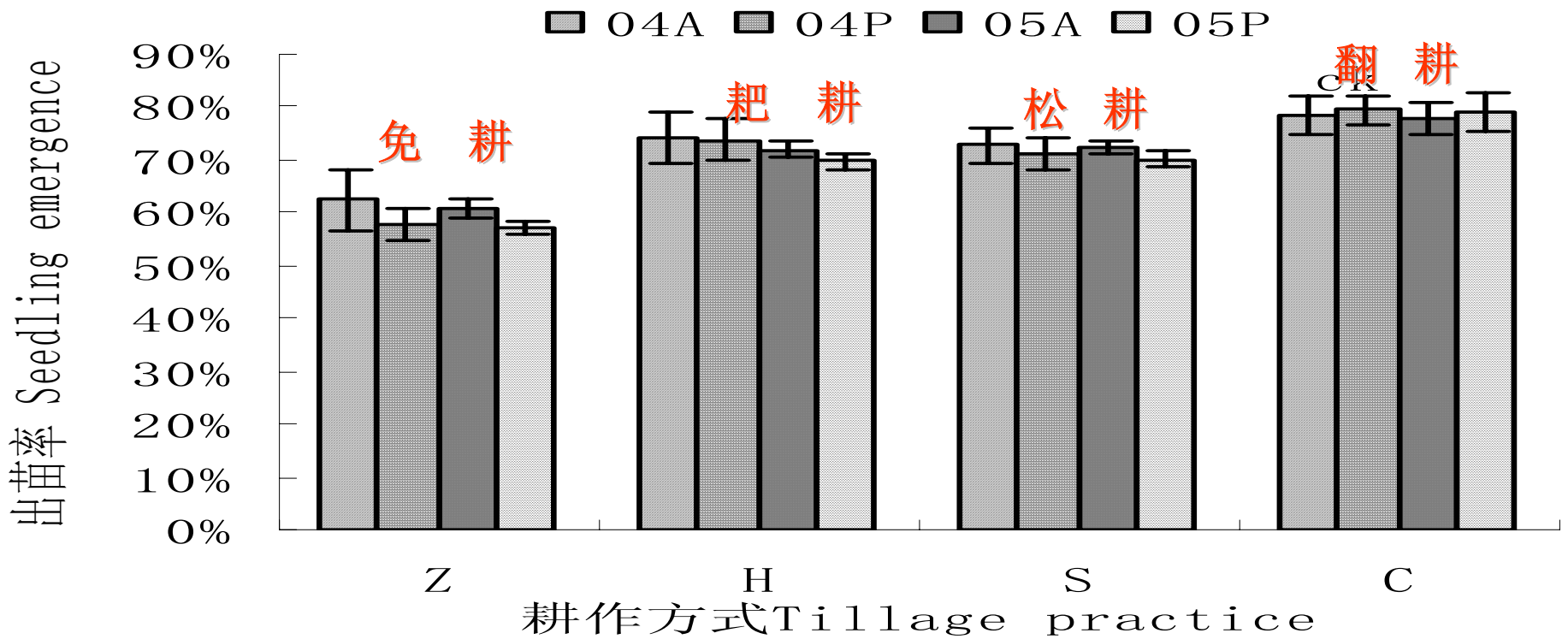
4.1 播种质量不易保证

4.1 Seeding quality control was difficult

- 秸秆覆盖量过多或覆盖物分布不均等原因,会导致播种时播深不一致,种子分布不均匀,甚至出现缺苗断垄等播种质量问题及化感作用的影响。

- **Because of the rugged soil surface, uneven hardness of soil, and the higher quantity of straw in the field, the seeding quality was difficult to control. The depth of seeds was variance, the distribution of seeds was uneven, and even some place no seeds.**





不同保护性耕作体系对小麦田间出苗率的影响 (04, 05)

常规耕作田间出苗率最高，耙耕、深松次之，免耕最低。三种保护性耕作体系与对照相比田间出苗率有**4%~20%**的下降。免耕处理田间出苗率最低，**04**年、**05**年分别为**57.8%**和**57.1%**，分别比对照低**20.6%**和**20.8%**。

4.2 农业机械难以满足要求

4.2 Combining agricultural machinery and agronomy was difficult

- 目前缺乏不同作物专用配套机具，而且已有的机具性能不完善，如有些小型播种机的播种精度不高，缺乏地面仿形能力，从而影响了保护性耕作技术的应用推广。小规模经营特点的多功能保护性配套机具更加缺乏。



4.3 作物栽培技术体系不配套

4.3 Crop planting technologies was not match

- 保护性耕作条件下的作物生长发育规律、土壤质量演变、水肥高效利用、病虫草害发生和防治规律等保护性耕作条件下的共性、机理性的理论研究比较薄弱，缺乏相应的作物栽培技术体系与管理體系。

At present, most of the commonness and mechanism of CT are indistinctness, such as the growth rules of crops under CT, the changes of soil quality, high use of water and fertilizer, control of weeds, disease and pest. The technologies use in normal tillage was not suitable for using in CT, because of the different situation. So, we should find out the rules under CT, and build the corresponding technologies for CT.

4.4. 耕层变浅，土壤肥力不均

4.4 Shoaling of arable layer and asymmetry of soil fertility

- 大部分免耕的田块耕层浅，其他环节作业时轮子及机具对土壤的压实作用得不到恢复，使耕层土壤容重增加，有效空隙减少，供肥能力明显下降；
- 同时由于犁底层越来越硬，厚度增加，使作物根系下扎困难，很难汲取到充足的营养；
- 这种坚硬土层上升，也使得土壤蓄水保墒能力下降，径流增加，表层土壤水分蒸发迅速，耕层活土越来越少。



不同处理土壤容重变化 (g/cm³)

年限	土层cm	秸秆+翻耕	秸秆+耙茬	免耕
第一年	0-15	1.419	1.415	1.512
	15-20	1.570	1.585	1.589
	20-30	1.594	1.576	1.578
	0-30	1.503	1.497	1.523
第二年	0-15	1.458	1.424	1.529
	15-20	1.476	1.608	1.612
	20-30	1.511	1.570	1.591
	0-30	1.479	1.503	1.564
第三年	0-15	1.491	1.540	1.560
	15-20	1.515	1.657	1.669
	20-30	1.567	1.576	1.582
	0-30	1.520	1.572	1.586

不同处理3年作物收获后土壤硝态氮含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

处理	土壤层次					0~100 cm
	0~20cm	20~40cm	40~60cm	60~80cm	80~100cm	
常规还	7.05 cB	5.09 cBC	4.05 aA	5.38 aA	5.60 aA	5.454bB
旋 耕	10.61 bA	5.85 bB	3.50 aAB	2.18 bBC	3.57 cB	5.142cB
耙 耕	12.66 aA	7.95 aA	3.85 aA	2.65 bB	4.95 bA	6.112aA
免 耕	9.55 bAB	2.78 dD	0.45 cC	0.64 cD	0.31 dC	2.746dD

免耕处理土壤表层硝态氮含量与其他处理差异较小，但**20cm**以下则极显著的降低；其他土壤养分也同样具有相似趋势。

4.5 病虫害孳生，杂草蔓延

4.5 Control weeds was not easy

- 翻耕有翻埋病虫杂草的作用,免耕相对来说失去了这一的手段。其次,有的杂草受秸秆遮盖,药液不易直接喷到病虫杂草上,影响防治效果。
- 如果采用大量的药剂,一方面会增加生产成本,另一方面也会造成土壤的环境污染。



4.6 施肥技术难以满足需要

4.6 Fertilizer application technologies need reform

- 免耕条件下，肥料在土壤中分布受到影响，土壤理化性质的变化也影响其土壤养分的分解。免耕农田施肥特别是小麦的追肥比较困难。
- 播种1次完成施肥，使用长效、缓效肥料价格太高。
- 特别是免耕条件下有机肥的施用与效果往往较差，往往只能撒施在地表，养分流失严重。



4.7 对作物产量的影响

4.7 Effects on crop yield

- 耙秸还田**1-2**年表现为增产，但随耙秸还田年限加长，增产作用下降或减产。
- 免耕处理减产幅度较大,特别是小麦。**1-2**年玉米略有增产,全年总产量差异较小.但**2**年后免耕处理的无论是小麦,还是玉米均表现为减产。
- 秸秆还田配合翻耕处理的产量随年限延长,增产幅度提高，表现出秸秆还田的增产作用。
- 小麦、玉米两熟田,短时间的少免耕可保证产量不减,但连续较长时间应用则会减产。



不同处理各年产量 (kg/hm²)

年限	处理	小麦		玉米		全年
		产量	比耕翻%	产量	比耕翻%	
第一年	耕翻	5564		3795		9359
	耕秸	6465 **	16.19	4350 **	14.62	10815 **
	耙秸	6540 **	17.54	4365 **	15.02	10905 **
	免耕	5413	-2.71	3872	2.03	9285
第二年	耕翻	6008		7156		13164
	耕秸	6150 *	2.36	7321	2.31	13471
	耙秸	6195 *	3.11	7412	3.58	13607
	免耕	5861 *	-2.71	7008	-2.07	12869

不同处理各年产量 (kg/hm²)

年限	处理	小麦		玉米		全年
		产量	比耕翻%	产量	比耕翻%	
第三年	耕翻	5790		7455		13245
	耕秸	5985	3.37	7440	-0.20	13425
	耙秸	5700	-1.55	7395	-0.08	13095
	免耕	5176 **	-10.71	6866 **	-7.90	12036 **
第四年	耕翻	5490		6870		12360
	耕秸	5873 **	6.98	7170 *	4.37	13043 *
	耙秸	5400	-1.44	6690	-2.63	12090
	免耕	4878 **	-11.25	6389 **	-7.00	11267 **

4.8 技术研究系统性差

4.8 Low systemic of research on CT technologies

- 现有研究无论从深度，还是广度方面明显滞后，急功近利，浮躁轻率。
- 忽略了免耕的技术研究与推广是一个长期的过程，不少研究**1-2年**或**2-3年**就中断，缺乏长期定位的深入系统研究与相应的技术储备，难以形成中国特色的免耕技术体系，必将严重制约大面积与持续推广应用。

5. 发展对策

5. Countermeasures for CT development

- **保护性耕作发展的方向**：要与农业结构战略性调整相结合，以保障国家食物安全与生态安全为前提，以提高农业效率和效益为中心，建立具有中国特色的保护性耕作技术体系与发展模式。
- **保护性耕作技术提升的战略思路**是：突出“一个中心”、抓住“两个关键”、完成“三个转变”、实现“四个提升”。

5.1 突出“一个中心”

5.1 “One purpose”

- 保护性耕作技术提升应突出“农艺技术为主, 农机农艺配套; 高产高效并重, 节本增效与环境改善同步, 技术集成为主, 研究示范结合”的总体思路, 中心是提高农业资源效率和效益(包括经济、生态和社会效益)。

- The main topic of CT is to increase the use efficiency and benefit of all kinds of resources.



5.2 抓住“两个关键”

5.2 “Two keys”

- 山东省保护性耕作技术提升要抓住**适用机械**设备和**实用技术模式**组装配套这两个关键。
- **“Two keys” are “using suitable machine” and “matching the corresponding technologies”.**



5.3 完成“三个转变”

5.3 “Three transformations”

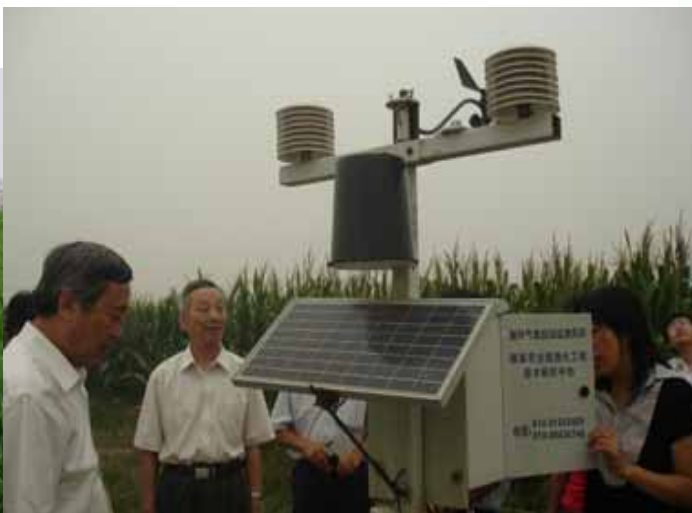
搞好保护性耕作技术的提升，必须完成三个转变：

- 由单纯追求免耕技术向少、免、松、轮耕等保护性耕作技术转变；
- 由采用单一作物保护性耕作技术措施向适合不同地区、不同作物标准化、规范化、模式化、定量化、集成化的保护性耕作综合技术体系和应用模式转变；
- 保护性耕作技术推广的目的应该由单纯追求生态环境改善向追求区域优质、高产、高效、生态、安全转变。

5.4 实现“四个提升”

5.4 “Four advances”

- 强化保护性耕作技术基础和应用基础研究, 通过较长期的定点、定位研究, 充分利用作物本身生理功能调节和挖掘作物本身的生产潜力, 提升作物保护性耕作技术整体水平, 促进资源利用效率的提高与生态环境的改善;



- 利用现代高新技术与传统技术的有机集合，开发与研究不同区域、不同作物保护性耕作技术体系，完善不同区域保护性耕作技术的优化布局，全面提升保护性耕作技术的现代化水平；



- 利用现代新材料、新技术，研制与解决保护性耕作机具设备与产品研发中的材料和工艺问题，提升保护性耕作关键机具设备与重大产品的技术水平；



■ 进一步推进已有保护性耕作的实用技术应用推广，不断扩大其面积与范围，促进保护性耕作技术的标准化、规范化、模式化、定量化和集成化的升级，全面构建具有我省特色的保护性耕作技术体系。





thank you!

谢谢!