

黄土高原保护性耕作的效应、问题与对策



黄高宝 教授

甘肃农业大学

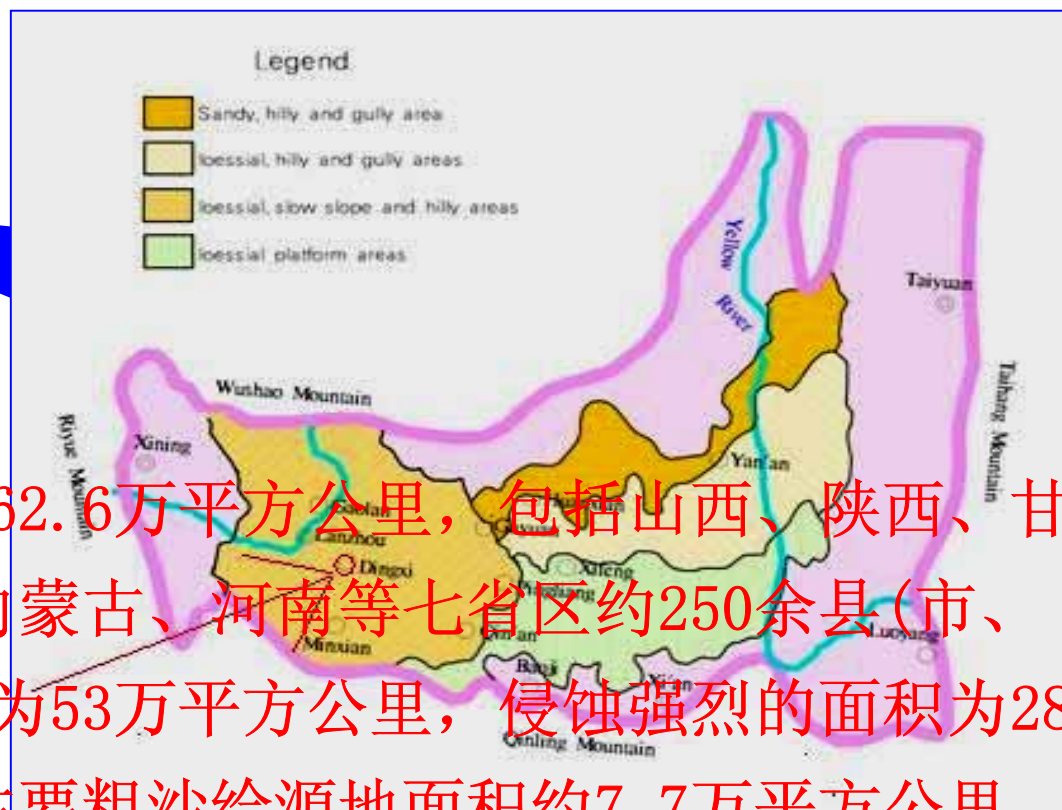
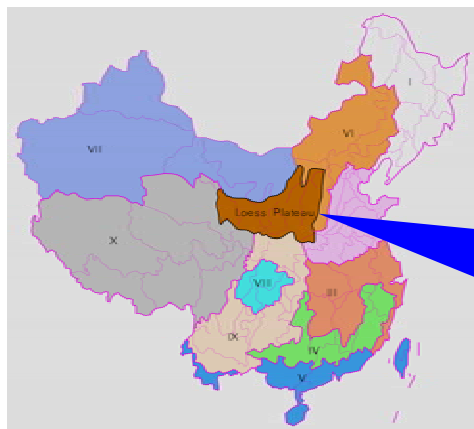


主要内容

- 背景
- 保护性耕作的综合效应
- 黄土高原发展保护性耕作面临的问题
- 黄土高原发展保护性耕作的相应对策及其建议



背景



黄土高原总面积62.6万平方公里，包括山西、陕西、甘肃、青海、宁夏、内蒙古、河南等七省区约250余县(市、旗)，土壤侵蚀面积为53万平方公里，侵蚀强烈的面积为28万平方公里，黄河主要粗沙给源地面积约7.7万平方公里。

典型的黄土高原丘陵沟壑区——甘肃定西

丘陵沟壑区是黄土高原地貌的主体，约占总土地面积的**70%**以上，其地形破碎、千沟万壑；年土壤侵蚀模数一般为**3000~10000t/km²·a**，个别地方年土壤侵蚀模数高达**25000t/km²·a**。



背景

- 坡耕地是水土流失之源。据统计，黄土高原丘陵沟壑 $<3^\circ$ 、 $3^\circ \sim 7^\circ$ 、 $7^\circ \sim 15^\circ$ 、 $15^\circ \sim 25^\circ$ 和 $>25^\circ$ 的耕地分别占耕地总面积的33.95%、5.77%、24.74%、20.79%和3.97%。
- 翻耕次数多，土质疏松
 - 农田裸露时间长
 - 有机质还田率低
 - 黄土抗冲刷性弱



背景

□ 自然降水的大量流失和无效蒸发造成旱地作物产量低而不稳

- 黄土高原降水多集中在6~9月夏秋季节，占全年降雨量的60%~79%，且多暴雨，暴雨量可达年雨量的70%以上；
- 传统耕作措施下的休闲效率最高只有32%，最低仅2%；
- 如果能减少径流和蒸发等土壤水分的无效损失、作物的生产力水平和水分生产效率就可以显著提高。



背景

- 不合理的农作制度是黄土高原丘陵沟壑区生态恶化、经济贫困的又一重要制约因素
 - 粮食作物多，耗地作物多，养地作物少
 - 耕地养分失调严重
 - 农业生产成本增加，农田产出率和产投比比较低
 - 在已有的农作制中加入豆科作物（草）或道地中药材等，能肥田、增效

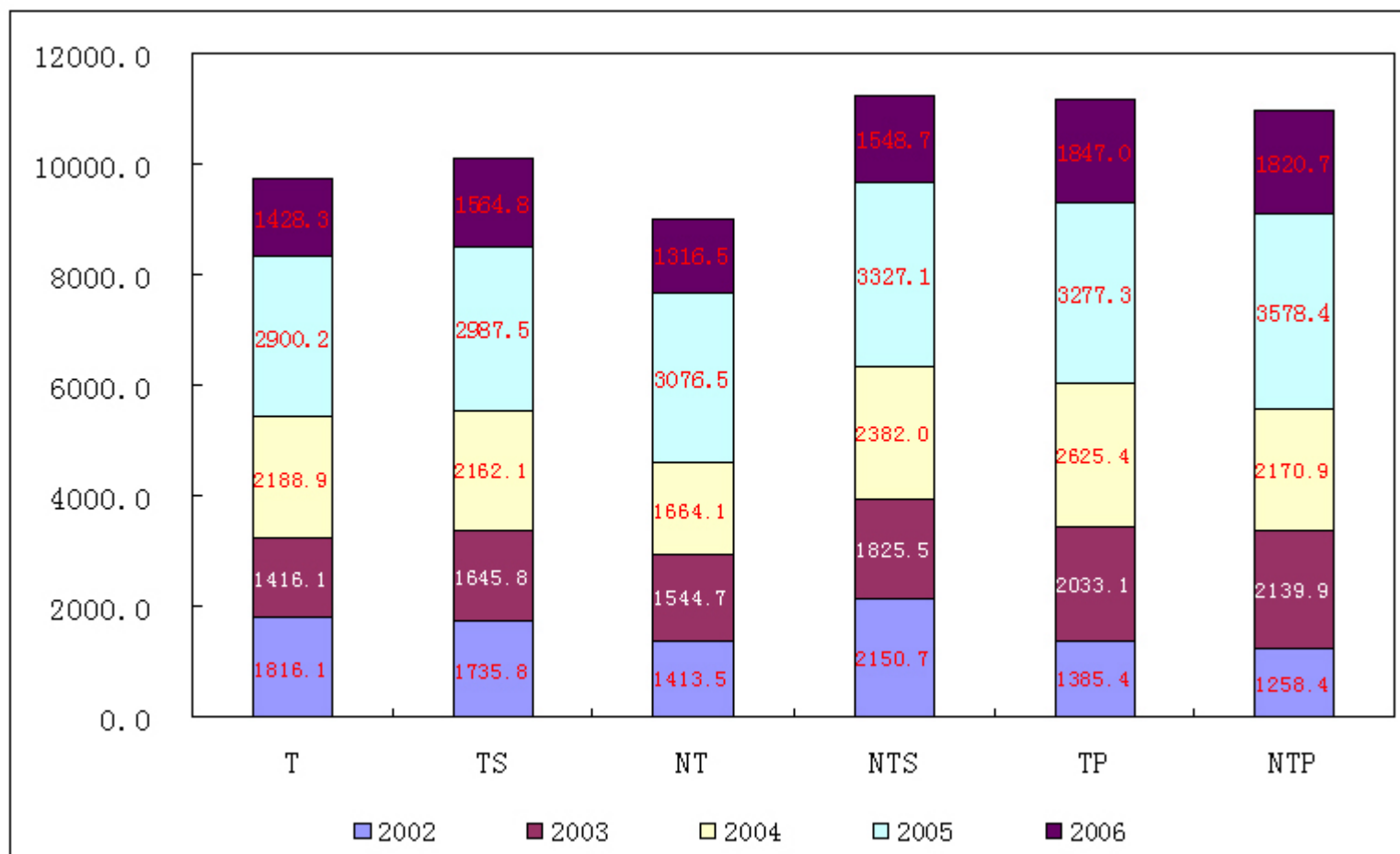


试验处理描述

| 处理代码 | 处理 |
|------------|------------|
| T | 传统耕作 |
| TS | 传统耕作结合秸秆还田 |
| NT | 免耕 |
| NTS | 免耕结合秸秆覆盖 |
| TP | 传统耕作结合地膜覆盖 |
| NTP | 免耕结合地膜覆盖 |

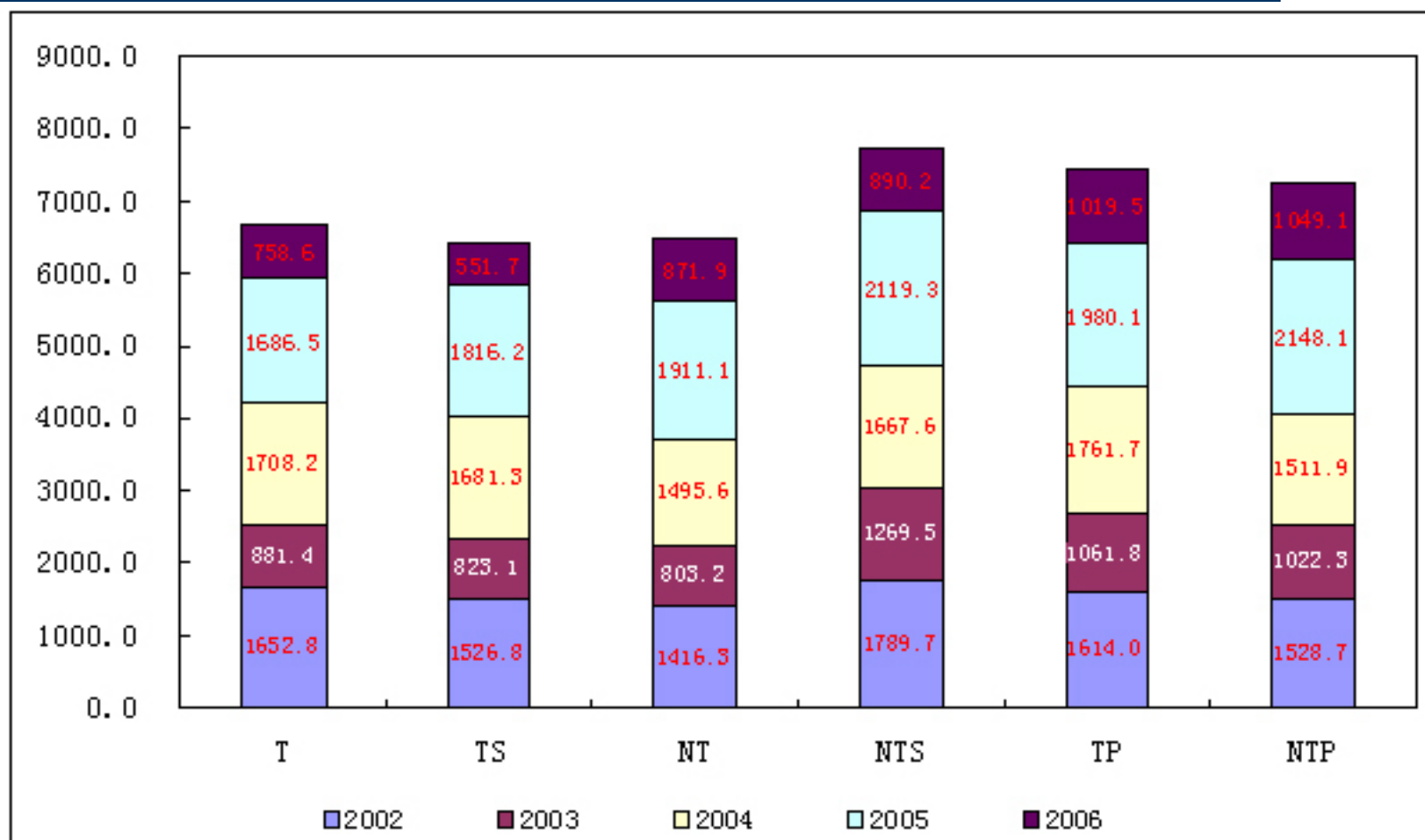


保护性耕作的产量效应 — 春小麦





保护性耕作的产量效应 _ 豌豆



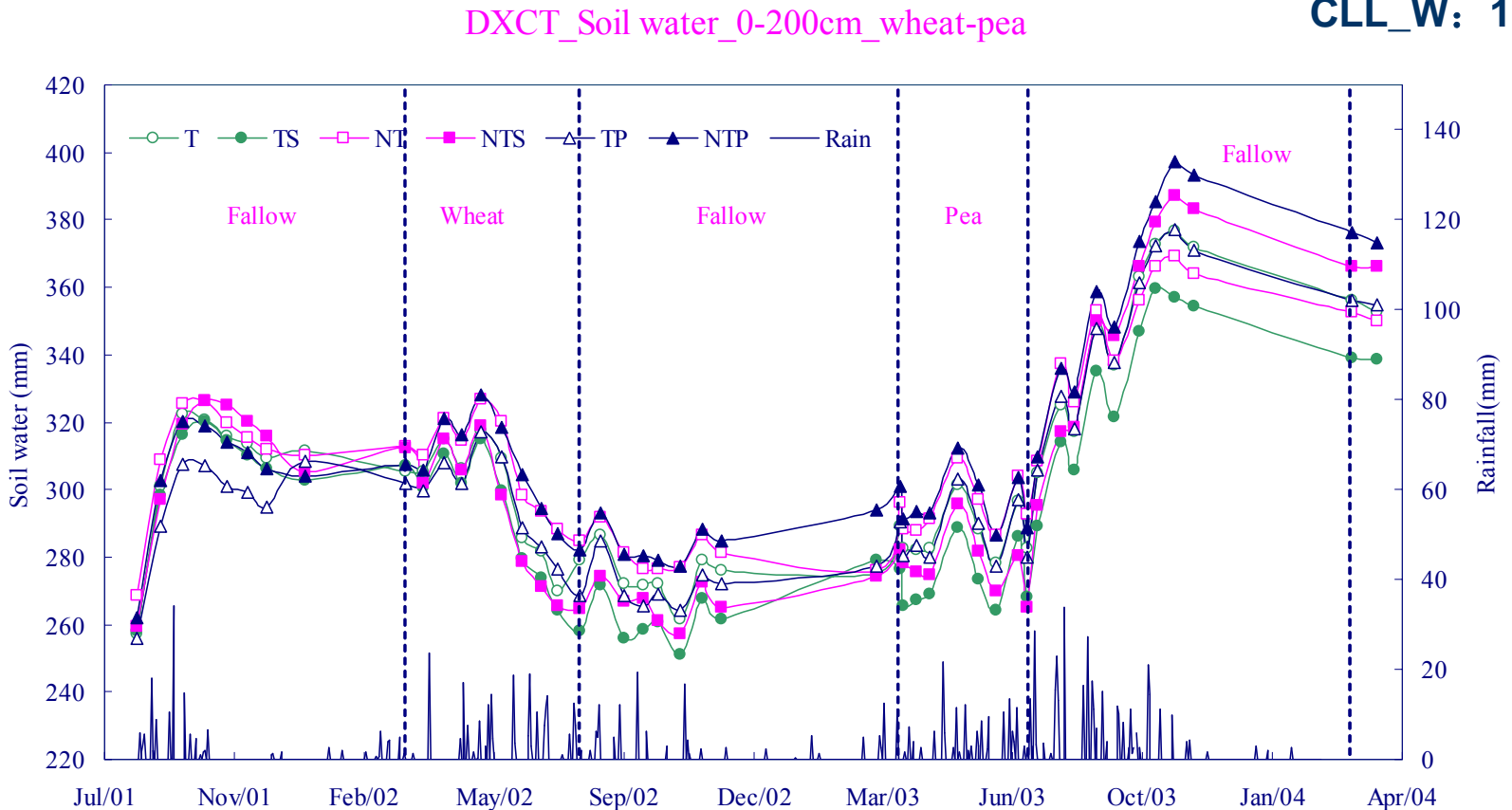


保护性耕作的水分效应

DUL:554

CLL_P: 235

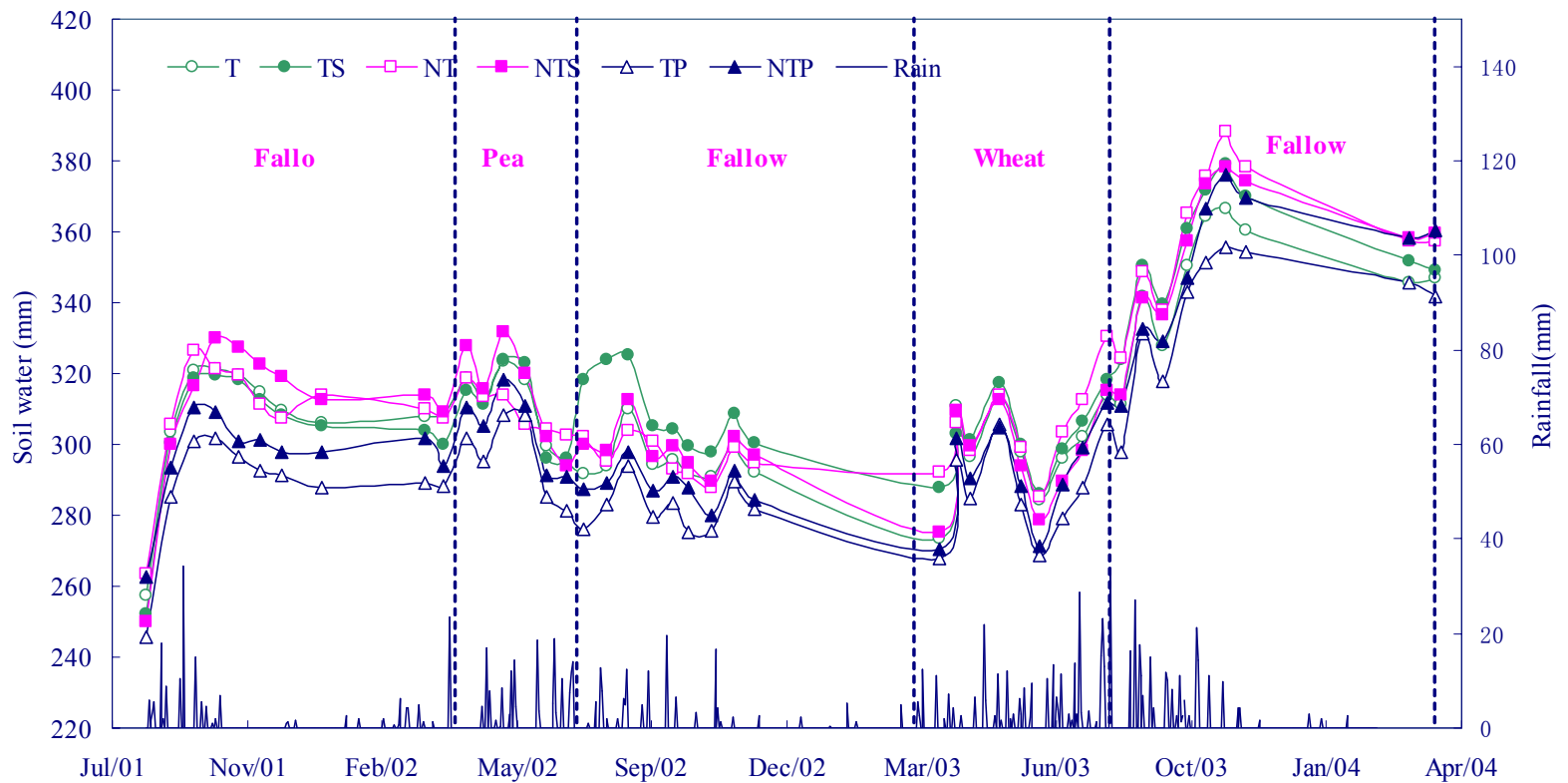
CLL_W: 179



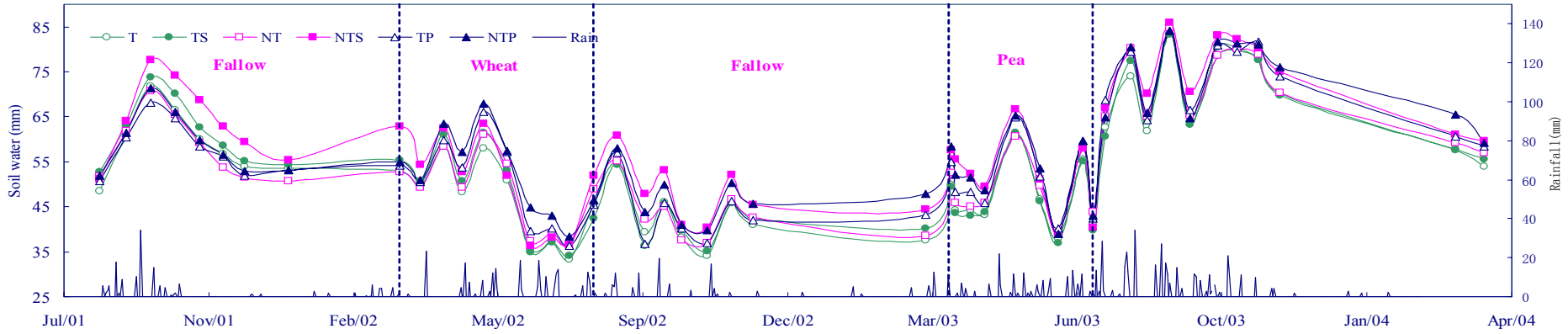


土壤水分动态

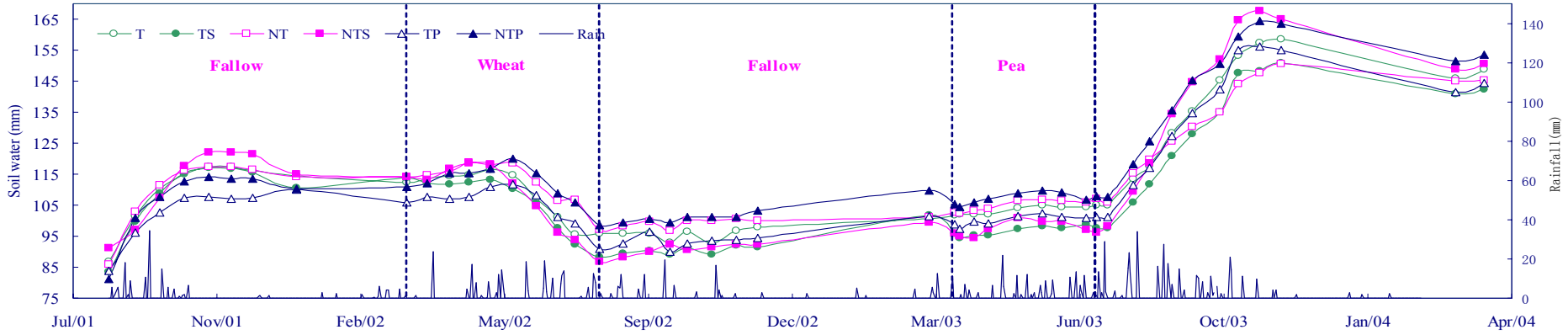
DXCT_Soil water_0-200cm_pea-wheat



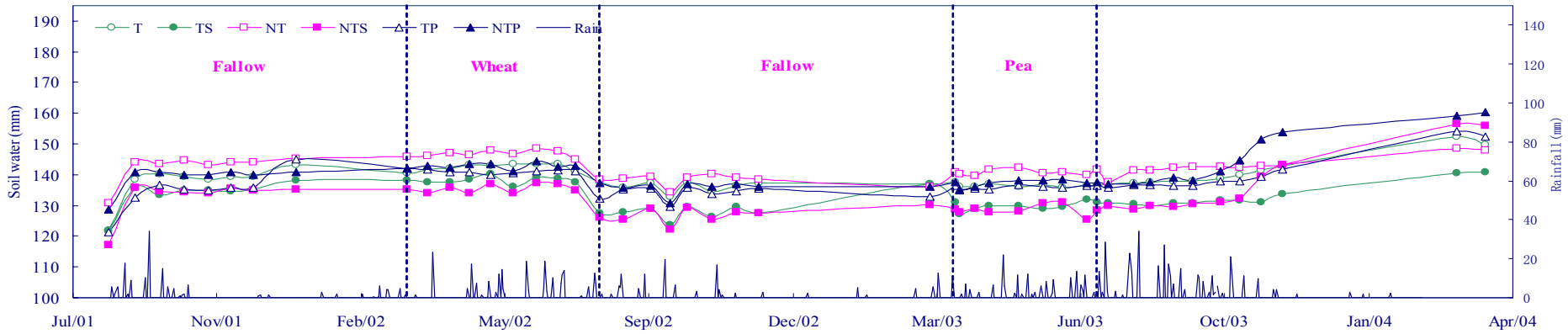
DXCT_Soil water_0-30cm_wheat-pea



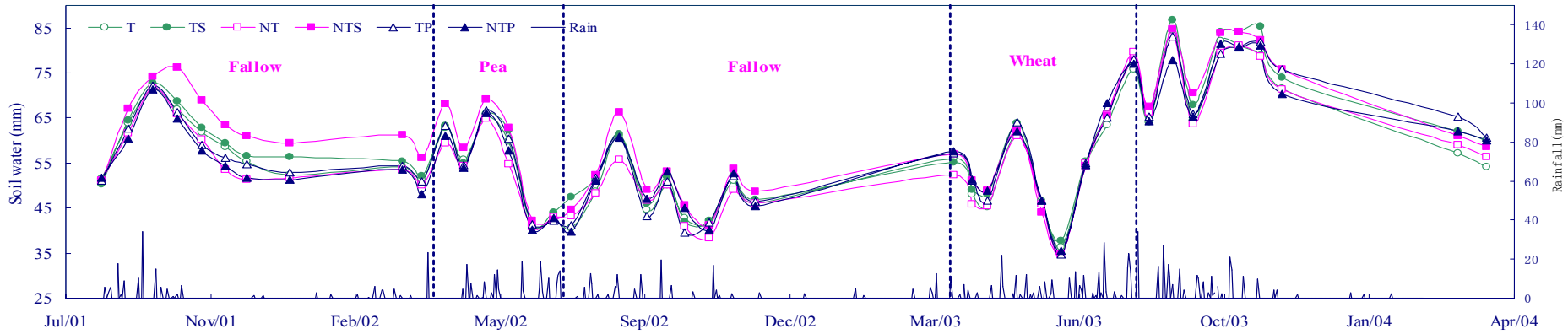
DXCT_Soil water_30-110cm_wheat-pea



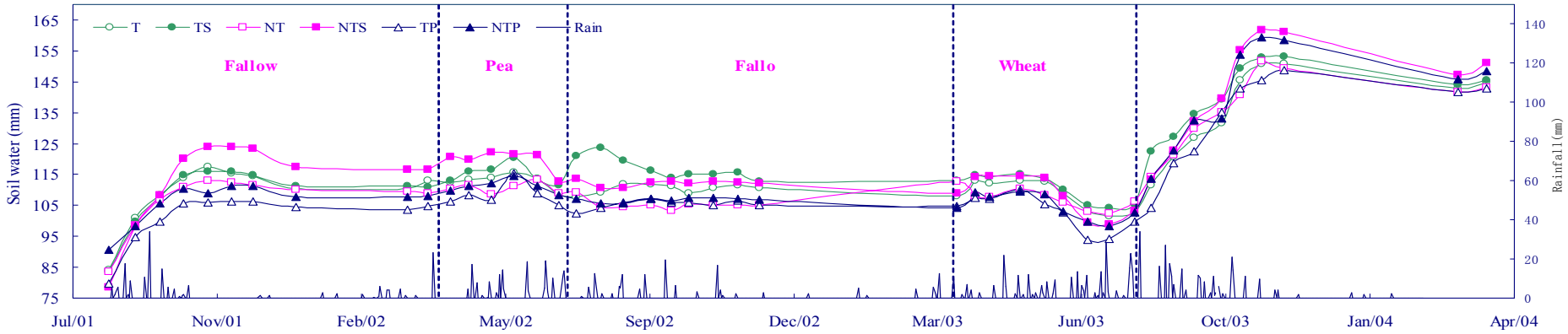
DXCT_Soil water_110-200cm_wheat-pea



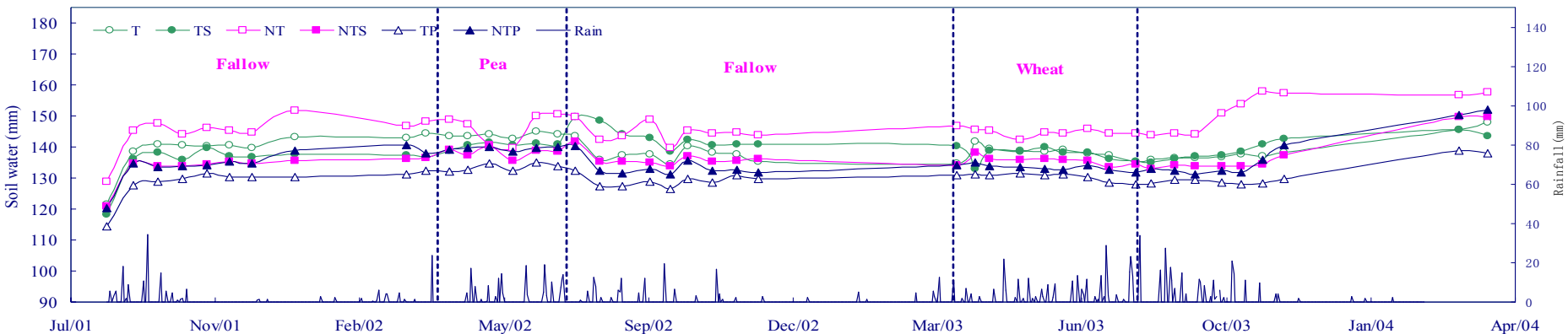
DXCT_Soil water_0-30cm_pea-wheat



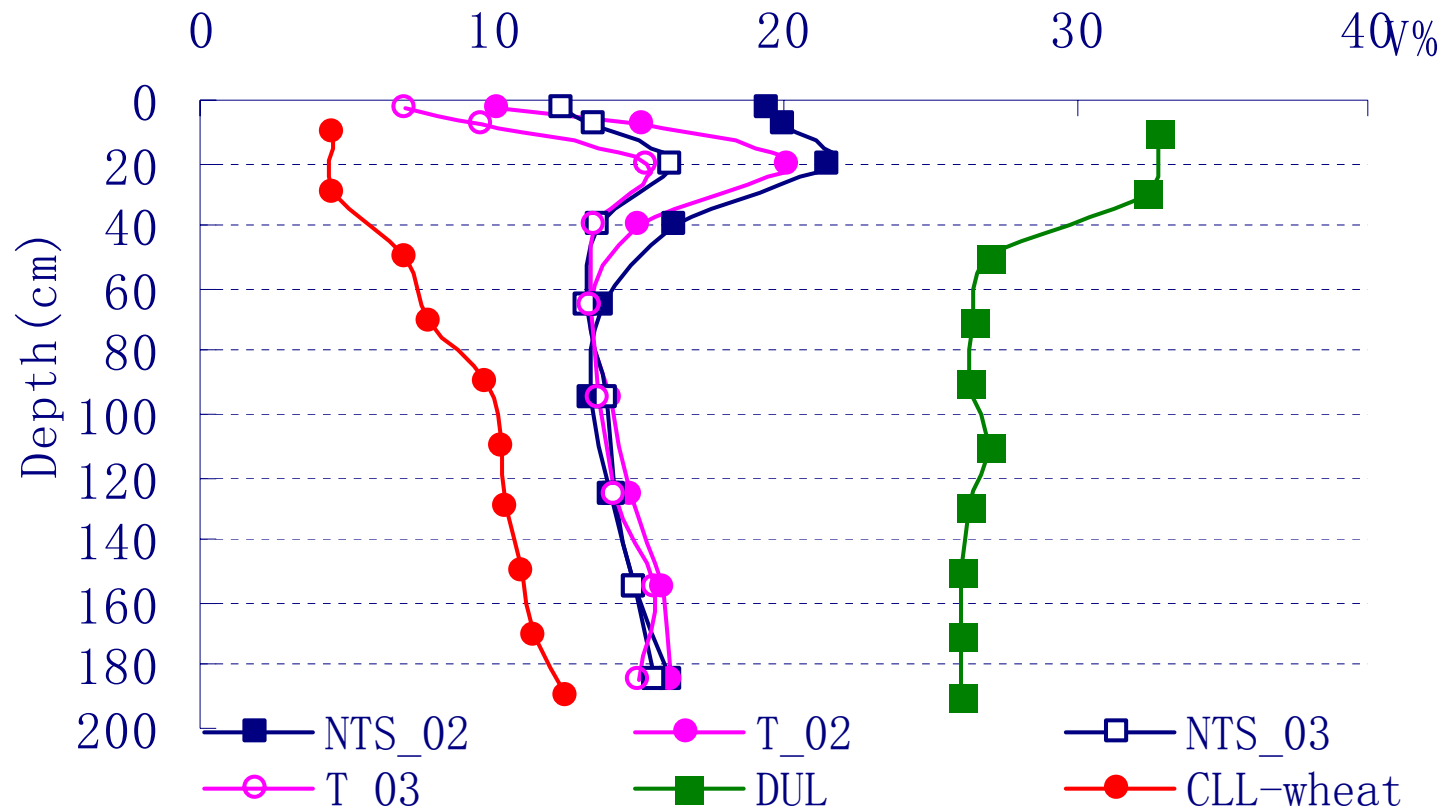
DXCT_Soil water_30-110cm_pea-wheat



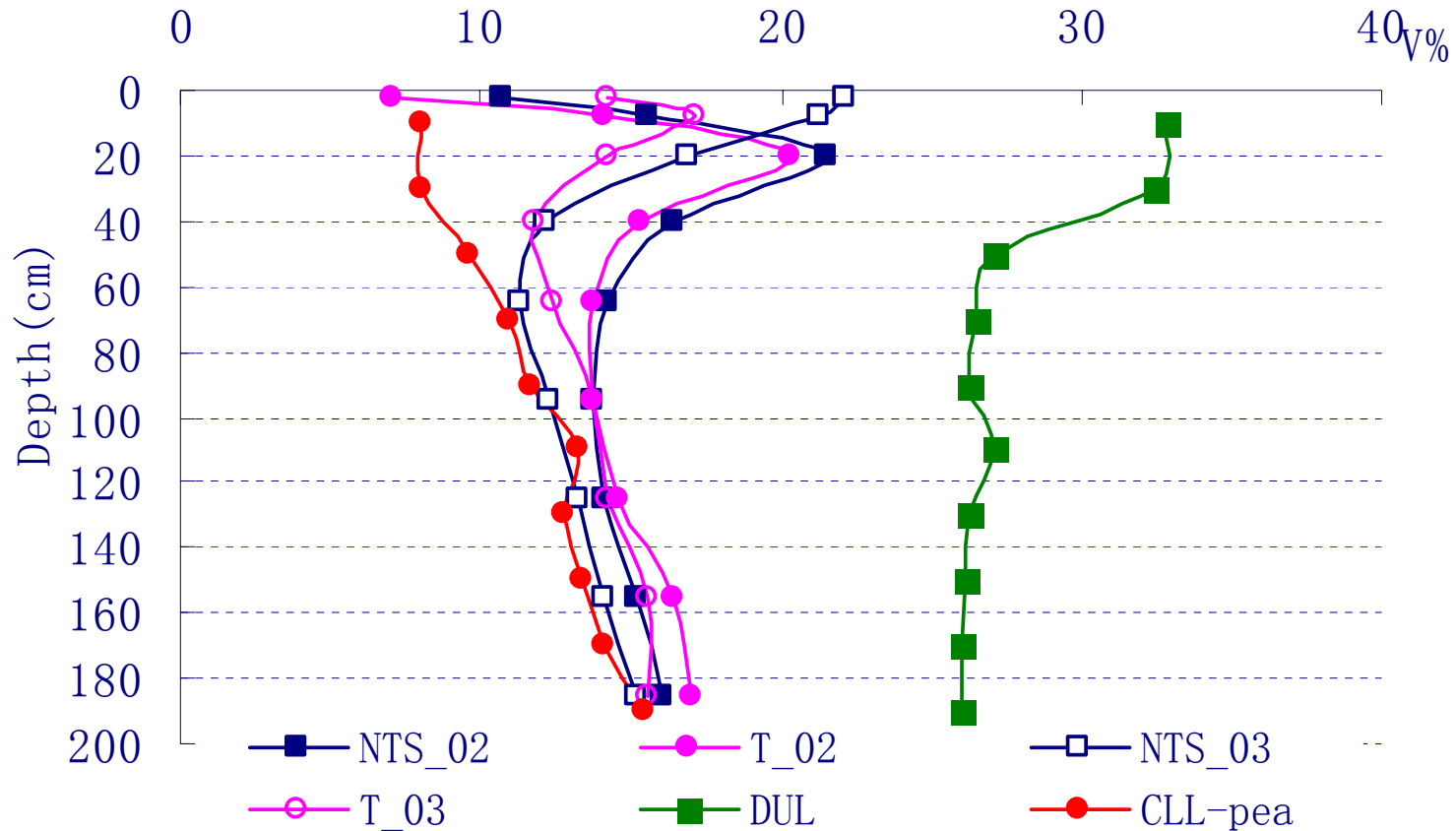
DXCT_Soil water_110-200cm_pea-wheat



土壤水分剖面 (小麦)



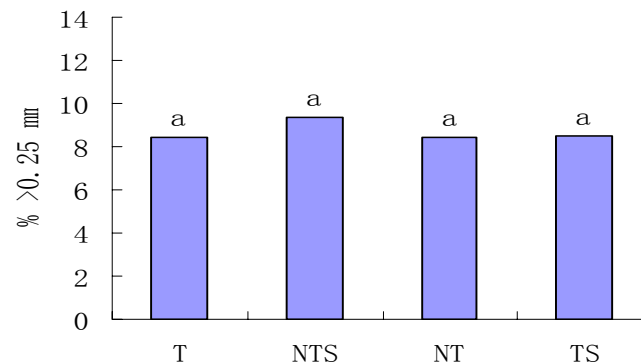
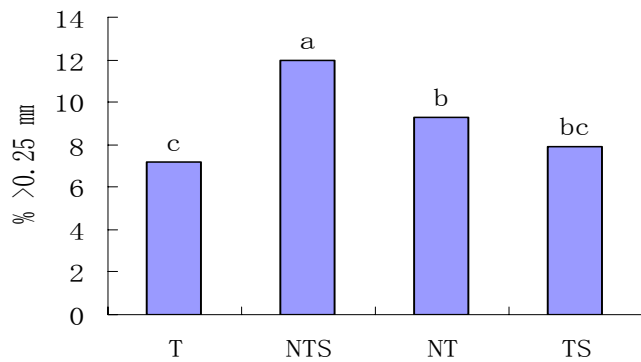
土壤水分剖面 (豌豆)



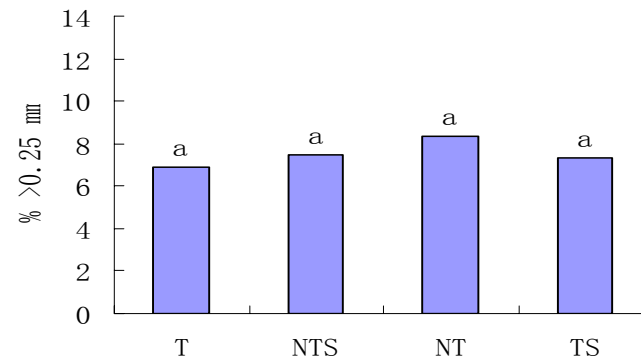
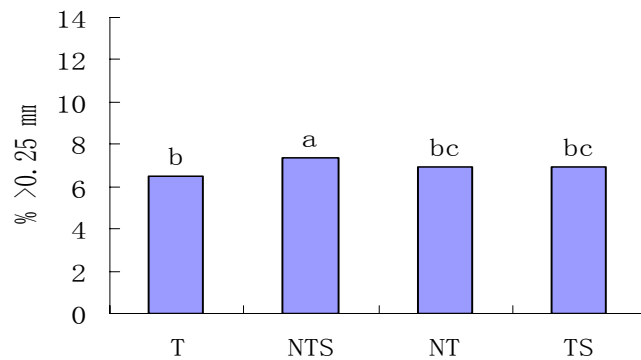


水稳性大团聚体

measured in Aug, 2003 after harvest



0-5cm



5-10cm

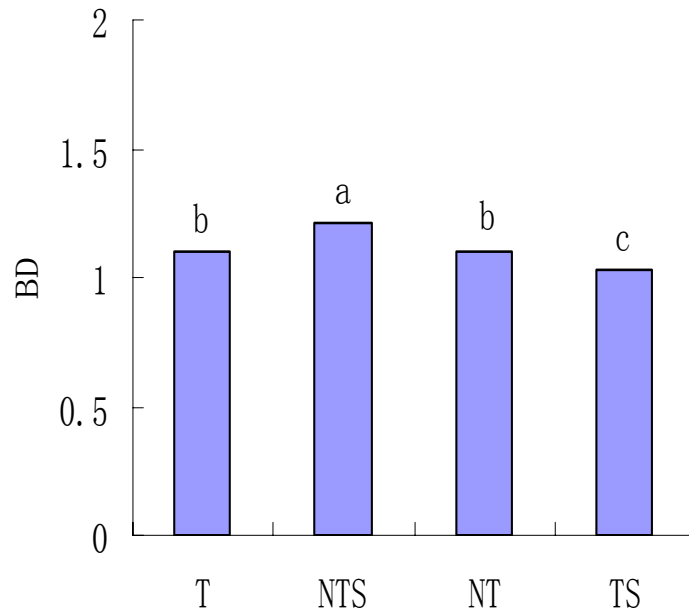
W/P

P/W

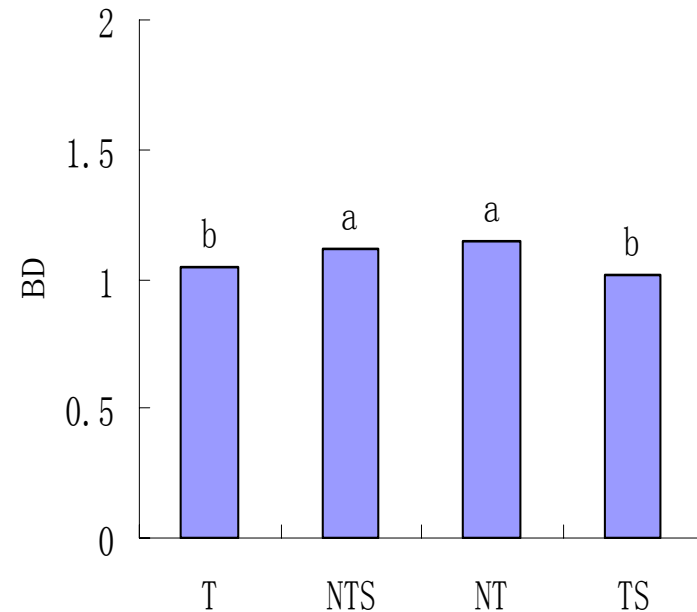


土壤容重

measured in Mar. 2004, before sowing



W/P



P/W



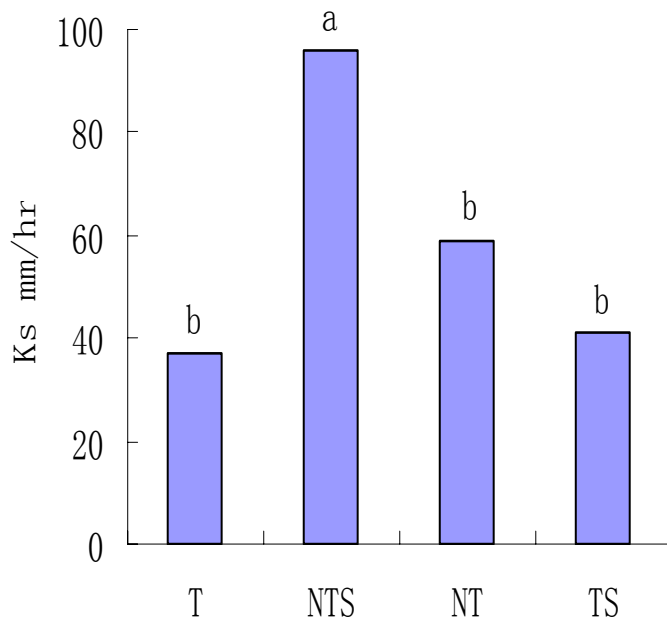
总有机碳(TOC)和活性有机碳(C_{WB10})

| treatment | | TOC g kg ⁻¹ | | C _{WB10} g kg ⁻¹ | |
|-----------|-----|---------------------------|-------------|---|-------------|
| | | 0-5cm | 5-10cm | 0-5cm | 5-10cm |
| W/P | T | 8.30C (100) | 7.91B (100) | 4.53C (100) | 4.52A (100) |
| | NTS | <u>9.86A (119)</u> | 8.98A (114) | <u>5.65A (125)</u> | 4.93A (109) |
| | NT | 8.83BC (109) | 8.27B (104) | 4.82BC (106) | 4.81A (106) |
| | TS | 9.04B (106) | 8.93A (113) | 4.97B (115) | 5.08A (113) |
| P/W | T | 8.64A (100) | 8.46A (100) | 4.67A (100) | 4.75A (100) |
| | NTS | 9.00A (104) | 8.73A (103) | 5.21A (112) | 4.62A (97) |
| | NT | 8.58A (99) | 8.44A (100) | 4.84A (104) | 4.84A (102) |
| | TS | 8.91A (103) | 8.58A (101) | 5.13A (110) | 5.11A (107) |

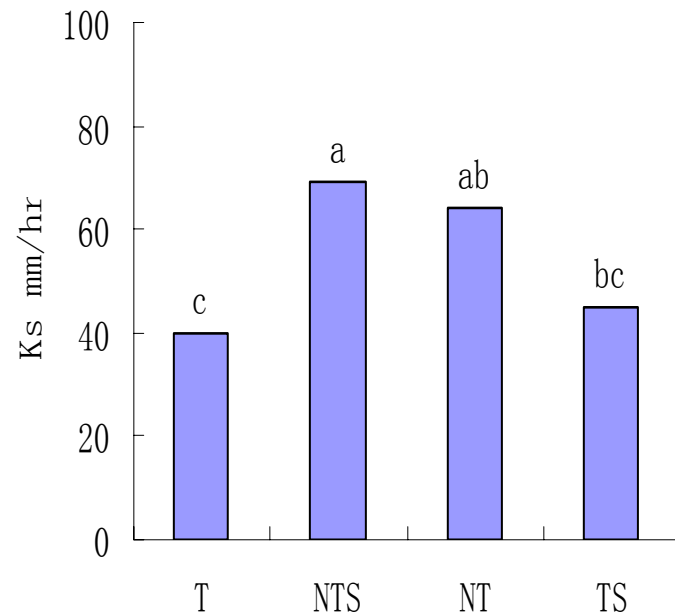


饱和导水率

measured in Mar. 2004, using disc permeameter



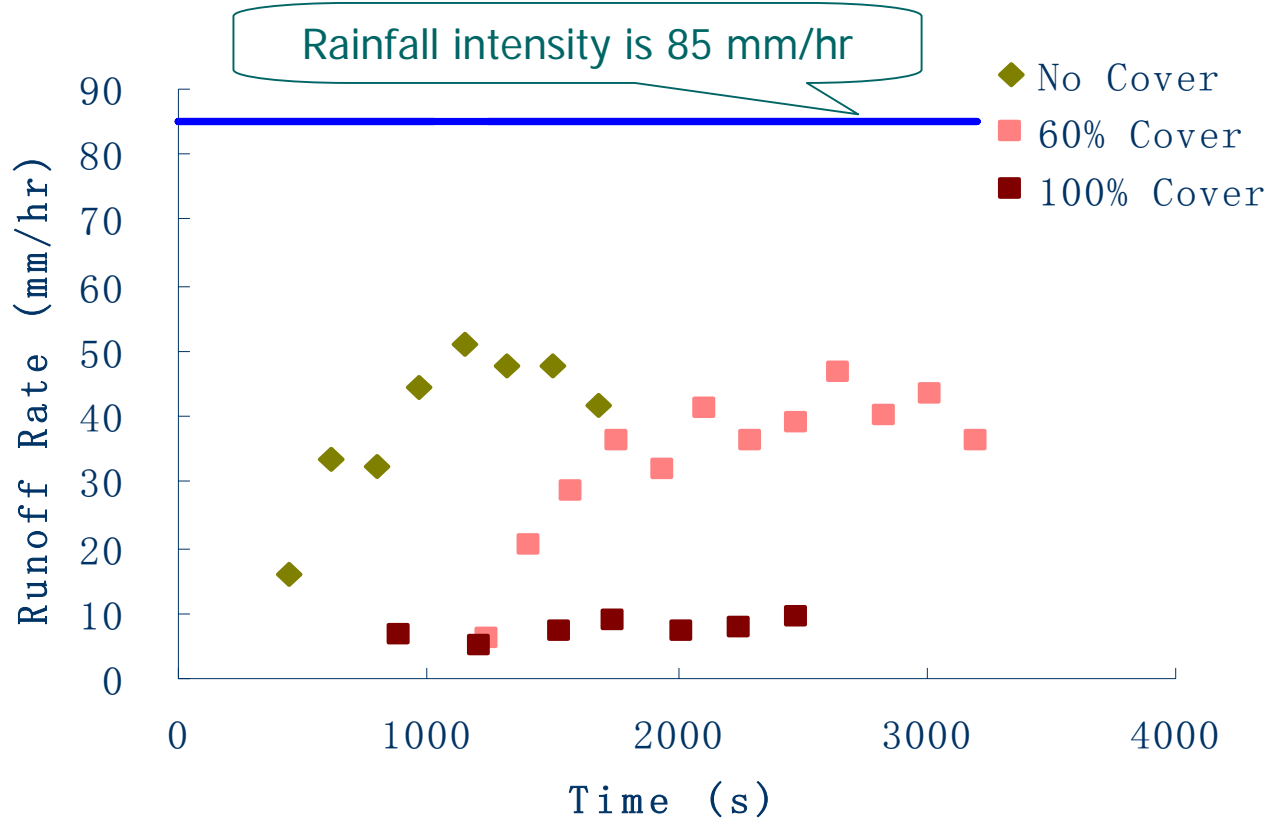
W/P



P/W



保护性耕作的抗蚀效应





保护性耕作的抗蚀效应

| 轮作序列 | 处理 | 积水起始时间(min) | 径流起始时间(min) |
|-----------|-----|-------------|-------------|
| P→W→P→W→P | NT | 7.33b | 8.04c |
| | NTS | 8.75a | 9.21a |
| | T | 5.30c | 5.38d |
| | TS | 7.79b | 8.38b |
| W→P→W→P→W | NT | 6.84b | 7.5ab |
| | NTS | 8.67a | 9.17a |
| | T | 6.12b | 7.01b |
| | TS | 7.13b | 7.79ab |



保护性耕作的抗蚀效应

| 轮作序列 | 处理 | 累积径流量 (mm) | 累积入渗量 (mm) | 总侵蚀量 (g/m ²) |
|-----------|-----|---------------|---------------|-----------------------------|
| P→W→P→W→P | NT | 45.89b | 39.11a | 28.02b |
| | NTS | 44.78b | 40.22a | 26.57b |
| | T | 60.32a | 24.68b | 70.8a |
| | TS | 50.23b | 34.77a | 32.11b |
| W→P→W→P→W | NT | 62.90a | 22.10b | 32.73a |
| | NTS | 44.85c | 40.15a | 14.89c |
| | T | 53.10b | 31.90b | 27.77ab |
| | TS | 66.26a | 18.74c | 23.79b |



保护性耕作的经济效应

| Crop | Target variable | Treatment ¹ | | | | | |
|--------------|---------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | T | TS | NT | NTS | TP | NTP |
| Spring wheat | output (¥/hm ²) | 2912 | 2985 | 2690 | 3390 | 3262 | 3200 |
| | input (¥/hm ²) | 2360 | 2890 | 1445 | 1970 | 3145 | 2225 |
| | ratio of output and input | 1.234 | 1.033 | 1.862 | 1.721 | 1.037 | 1.438 |
| | Net return (¥/hm ²) | 552 | 95 | 1245 | 1420 | 117 | 975 |
| | Economic profit rate (%) | 23.4 | 3.3 | 86.2 | 71.2 | 3.7 | 43.8 |
| Field pea | output (¥/hm ²) | 2519 | 2525 | 2350 | 2951 | 2762 | 2638 |
| | input (¥/hm ²) | 2179 | 2614 | 1259 | 1694 | 2959 | 2039 |
| | ratio of output and input | 1.156 | 0.966 | 1.867 | 1.742 | 0.933 | 1.294 |
| | Net return (¥/hm ²) | 340 | -89 | 1091 | 1257 | -197 | 59 |
| | Economic profit rate (%) | 15.6 | 12.0 | 86.7 | 121.2 | -6.7 | 29.4 |



秸秆资源缺乏区地表裸露，生物覆盖与秸秆覆盖协调管理技术

- 黄土高原丘陵沟壑区“三料”（燃料、饲料、肥料）俱缺
- 生物产量低—秸秆少—秸秆还田率低-地表裸露—水土流失严重---土壤生产能力下降—生物产量低的农田生态经济恶性循环
- 提高作物覆盖期间的生物量，扩源才能增流，保证足量的秸秆用于休闲期地表裸露时段覆盖
- 解决好秸秆覆盖后带来的耕作、播种、低温、化感、施肥、病虫害草害等问题
- 开发集减少水土流失、提高土壤综合生产能力和农林牧综合发展为一体的坡耕地保护性耕作综合技术体系。



与豆（牧草、药材）--麦--马铃薯轮作系统配套的保护性耕作技术

- 黄土高原丘陵沟壑区豆科作物普遍根瘤少，固氮效率低，肥田作用有限，若能攻克，对免耕作物后期脱肥早衰具有重要意义
- 国际上对马铃薯等块根块茎类作物实施保护性耕作技术鲜见报道
 - 难点之一是秸秆量少，要达到30%的覆盖有困难
 - 难点之二是免耕的土壤环境不宜马铃薯块茎生长
- 探讨适宜的保护性耕法并合理利用轮作前茬的覆盖或其它覆盖物对实现生态经济双赢的保护性农业具有突破性作用



不同地形土壤耕作的机械化/半机械化配套技术

- 黄土高原由于水土流失严重，地形被切割的支离破碎，耕地多以坡地为主(坡度 $\geq 5^\circ$ 的坡地占80%)
- 农田规模较小且分散，许多大型保护性耕作机械难以施展和应用
- 免耕覆盖播种机除要有传统播种机的开沟、播种、施肥、覆土、镇压功能外，一般还需有清草排堵功能、破茬入土功能、种肥分施功能和地面仿行功能，以适应免耕覆盖地播种的特殊要求。
- 急需研发地面仿形功能强的中小型保护性耕作机械



农民根深蒂固的传统观念

- ❑ 受几千年精耕细作传统思想的制约，农民群众对保护性耕作的认识难以到位
- ❑ 农民普遍认为免耕的土壤太硬，不利于作物出苗
- ❑ 土壤水分不足，秸秆不能及时腐烂
- ❑ 不进行耕翻晒田，杂草滋生
- ❑ 秸秆关乎农民的日常生活和生产，作为饲料和燃料的重要来源，农民根本就不愿把秸秆留在农田



国家加大投入，给予一定的政策和资金扶持

- 要做好项目规划，自上而下形成一个推广体系
- 在技术上进行广泛培训，将理论与成熟的经验尽快传授给农民，促进成果转化
- 由政府出面进行推广工作的组织和督导，加快保护性耕作的发展
- 配套农业机械的研发和保护性耕作技术体系的示范推广都需要大量的资金投入，政府必须投入相应的资金
- 在保护性耕作实施的头几年，往往投入大于产出，因此，政府必须制定相应的补贴政策，鼓励农民采用保护性耕作技术。



从农作制层面进行系统设计，将保护性耕作向保护性农业推进

□从农作制层面进行系统设计，把保护性耕作的功能和机理拓展到整个种植业（包括粮食作物、经济作物、饲草甚至中药材）以及大农业，赋予其既保护生产资料、生产对象，又保护生态环境的双重功能，从而在更大的范围张扬保护性耕作的“个性”，即实现保护性耕作向保护性农业的延伸。



加速配套农业机械的研发

- 从黄土高原地区的实际情况出发，研发适合地块小、易于操作、便于坡耕地、梯田使用的小型机械
- 依靠本地科研人员的力量，加快配套农业机械的研发，加速保护性耕作在黄土高原地区的发展。



加强对农户的宣传与培训

- 技术培训
- 组织开放日
- 散发宣传单
- 科研人员入户回访
- 农户参与式研究



建立保护性耕作技术示范区

- 结合各区域特点建立保护性耕作技术示范区
- 通过园区的建设与示范，辐射带动其它地区
- 形成以点带面的发展模式
- 最终形成大的保护性耕作发展区，促进经济、生态、社会效益协调发展。

Thank You

