

黄土高原半干旱区保护性耕作经济适应性评价

孙利军¹, 张仁陟^{2*}, 蔡立群²

(1. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 在5种保护性耕作法与传统耕作法连续4年的田间对比试验研究的基础上, 利用农业经济评价方法, 对每一种耕作方法经济适应性进行评价, 结果表明: 不论是否计入秸秆的投入, 采用保护性耕作法的免耕秸秆覆盖(NTS)在几种耕作措施中是最佳的一种耕作方法。免耕秸秆覆盖(NTS)经济效益好、综合生产能力高, 且它的生产能力在不同的生产条件下比其它耕作法更具有稳定性, 具有较强的抵御外界变化的能力。因此, 在陇中黄土高原半干旱区实施免耕秸秆覆盖(NTS)的保护性耕作法不仅能够达到高效、高产的目的, 而且有助于该区农业的可持续发展。

关键词: 保护性耕作; 经济适应性; 评价; 黄土高原

中图分类号: S345 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0014-06

黄土高原半干旱区降水量小且年变异率大, 干旱缺水, 造成作物单产低, 广种薄收; 另外, 极端脆弱的生态环境和超负载的人口, 造成人口、资源、环境、发展之间的关系失衡, 极大制约着该区生态环境和社会经济的可持续发展。保护性耕作技术^[1~6]是针对传统耕作弊端而发展起来的一项节水抗旱、保肥增收新技术, 它作为一种高产、高效、低耗、保护环境的农业耕作措施, 可以有效地解决传统耕作所带来的一系列问题。通过对黄土高原半干旱区传统农业耕作法和5种保护性耕作法经济适应性进行评价, 旨在探究适合该区的保护性农业技术体系, 从而确立该区保护性农业的发展方向。

1 试验基本情况

1.1 试区概况

试验于2001~2005年在甘肃农业大学定西旱农生态综合试验站进行。试区属中温带偏旱区, 平均海拔2 000 m, 年均太阳辐射592.85 kJ/cm², 日照时数2 476.6 h, 年均气温6.4℃, $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温2 933.5℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温2 239.1℃; 无霜期140 d。多年平均降水390.9 mm, 年蒸发量1 531 mm, 干燥度2.53, 80%保证率的降水量为365 mm, 变异系数为24.3%, 为典型的雨养农业区。土壤为典型的黄绵土, 土质绵软, 土层深厚, 质地均匀, 贮水性能良好; 0~200 cm土壤容重平均为1.17 g/cm³, 凋萎含水率7.3%, 饱和含水率21.9%。

1.2 试验设计

试验共设6个处理, 采用小麦、豌豆双序列轮

作, 每个处理4次重复, 共48个小区, 小区面积4 m × 20 m, 随机区组排列。各个处理分别为: 传统耕作不覆盖(T)、免耕不覆盖(NT)、传统耕作结合秸秆还田(TS)、免耕秸秆覆盖(NTS)、传统耕作结合地膜覆盖(TP)、免耕地膜覆盖(NTP)。

其中供试作物春小麦品种为定西35, 播种量187.5 kg/hm²; 豌豆为绿农1号, 播种量180 kg/hm²。小麦各处理均施纯N 105 kg/hm², 纯P₂O₅ 105 kg/hm²; 豌豆各处理均施纯N 20 kg/hm², 纯P₂O₅ 105 kg/hm², 所有肥料都作为基肥在播种时同时施入。TP和NTP所用的地膜为40 cm宽, 0.015 mm厚的聚乙烯薄膜, 用量60 kg/hm², T、NT、TS、NTS用中国农业大学研制的免耕播种机播种, TP和NTP用当地的起垄覆膜侧播种机播种; TS和NTS还田所用的秸秆为上1a新鲜的小麦秸或豌豆秸秆, 秸秆用量平均每年为3 000 kg/hm²。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式的投入分析

各种耕作措施的作业流程如下:

T: 传统耕作不覆盖(Conventional tillage with no straw): 人工收获→第一次耕作(收获后马上进行)→第二次耕作(8月底)→第三次耕作(9月份)→第一次耱→第二次耱(十月份冻结前)→播种→人工锄草→人工收获, 耕作主要是采用翻耕法, 这是定西地区很典型的耕作方式。

NT: 免耕不覆盖(No-till with no straw cov-

收稿日期: 2006-04-05

基金项目: 中澳合作项目 ACIAR “提高甘肃黄土高原西部雨养农业系统生产力及其可持续性的研究”(LWR2/1999/094)

作者简介: 孙利军(1978—), 男, 内蒙古兴和人, 硕士, 主要从事保护性耕作的研究。E-mail: slj1226@tom.com。

* 通讯作者: 张仁陟, 男, 教授, 博士生导师。E-mail: zhangrz@gsau.edu.cn。

er),人工收获→化学除草→免耕播种→人工收获。

TS:传统耕作结合秸秆还田(Conventional tillage with straw incorporated),秸秆还田在第一次耕作前进行,其它作业流程同 T。

NTS:免耕秸秆覆盖(No-till with straw cover),在化学除草后覆盖秸秆,其它作业流程同 NT。

TP:传统耕作结合地膜覆盖(Conventional tillage with plastic mulch),在第二次耨后利用覆膜机覆膜,播种用膜侧播种机播种,其它作业流程同 T。

NTP:免耕地膜覆盖(No-till with plastic mulch),在化学除草后利用覆膜机覆膜,播种用膜侧播种机播种,其它作业流程同 NT。

由作业流程可知,对于 NT、NTS、NTP 三个处理只在播种、收获、化学除草、覆草或覆膜时才需要人工,而 T、TS、TP 三个处理在三耕两耨这一流程就需要大量的劳动力和畜力。根据当地实际情况,三耕两耨共需要人工 42 个/hm²、畜力 21 个/hm²;人工锄草需要人工 25 个/hm²,化学除草需人工 5 个/hm²,覆膜、覆草需人工 7.5 个/hm²,播种需人工 3 个/hm²,收获需人工 20 个/hm²。结合对劳动力和畜力的投入的分析以及农业生产中的生产资料的投入和农产品价格,利用农业经济效益评价方法对不同处理的成本投入进行分析,见表 1。由于秸秆是作物产出副产物,因此在计算投入时分两种情况,一种不计秸秆的投入,另一种计秸秆的投入。

表 1 不同处理的成本投入(元/hm²)
Table 1 The input of different treatments(yuan/hm²)

投入项目 Item	小麦 Wheat						豌豆 Pea					
	T	NT	TS	NTS	TP	NTP	T	NT	TS	NTS	TP	NTP
种子 Seed	262	262	262	262	262	262	306	306	306	306	306	306
农药 Herbicide		90		90		90		90		90		90
化肥 Fertilizer	588	588	588	588	588	588	358	358	358	358	358	358
地膜 Plastic film					660	660					660	660
播种 Sowing	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
农机具 Farm machinery	75		75		120	45	75		75		120	45
畜力 Animal power	315		315		315		315		315		315	
人工 Man power	900	280	975	355	975	355	900	280	975	355	975	355
秸秆 Straw			450	450					360	360		
合计 1 Total input 1	2360	1445	2440	1520	3145	2225	2179	1259	2254	1334	2959	2039
合计 2 Total input 2	2360	1445	2890	1970	3145	2225	2179	1259	2614	1694	2959	2039

注:合计 1 为不计秸秆的投入,合计 2 为计秸秆的投入,小麦按 1.4 元/kg,小麦秸秆按 0.12 元/kg,豌豆按 1.7 元/kg,豌豆秸秆按 0.15 元/kg,地膜按 8.5 元/kg,纯氮按 2.70 元/kg,纯 P₂O₅ 按 2.90 元/kg,人工按 10 元/工作日,畜力按 15 元/工作日。

Note: Total input 1 does not include the cost of crop straw; Total input 2 includes the cost of crop straw. The price: wheat seeds 1.4 yuan/kg, wheat straw 0.12 yuan/kg, pea 1.7 yuan/kg, pea straw 0.15 yuan/kg, plastic film 8.5yuan/kg, N fertilizer 2.7 yuan/kg, P fertilizer 2.9 yuan/kg, man power 10 yuan/d, animal power 15 yuan/d.

由表 1 可知,不论小麦还是豌豆,无论是否计算秸秆的投入,免耕(NT、NTS、NTP)各处理的总投入总是小于耕作(T、TS、TP)各处理的总投入,平均可节约成本 900 元/hm²,节约率达 30%~40%。这主要是由于 T、TS、TP 虽然在农药投入上可以节约成本,但在人工、畜力、机械费用的投入上远高于 NT、NTS、NTP。

不计秸秆投入时,NTS 与 NT 投入差异不大,NTS 比 NT 多投入 75 元/hm²,NTP 与 NT 投入差异较大,主要是地膜的投入比较大。当计入秸秆的投入时,NTS 的投入仍比 NTP 的少,而在几种耕作方法中,NT 是投入最少的一种耕作方法,NTS 次之。

2.2 不同耕作方式的作物产量及其稳产性分析

2.2.1 不同耕作方式的作物产量分析 作物产量包括生物产量与经济产量^[12],本文主要对不同处理作物的经济产量进行分析。

4 a 的经济产量分析结果如表 2 所示。2002 年,不论是豌豆还是小麦,NTS 处理产量最高,并与其它处理间的差异达到显著水平。2003 与 2005 年,对于小麦,NTP 的产量最高,产量最低的是处理 T,差异达到显著水平;对于豌豆,NTS 的产量最高。2004 年,TP 的豌豆与小麦的产量最高,NTS 次之。4 a 平均产量,不论是豌豆还是小麦,由高到低依次是:NTS、TP、NTP、TS、T、NT,其中 NTS 相对于 T,小麦增产 349 kg/hm²、豌豆增产 254 kg/hm²。因

此,与传统耕作 T 相比较,NTS 一般都可以提高小麦与豌豆的产量。

表 2 不同处理的作物经济产量对比(kg/hm²)

Table 2 The comparison of crop economic yield under different treatments

作物 Crop	年份 Year	处理 Treatment					
		T	NT	TS	NTS	TP	NTP
小麦 Wheat	2002	1816 _b	1413 _c	1735 _b	2151 _a	1385 _c	1258 _c
	2003	1416 _d	1544 _d	1645 _{cd}	1825 _{bc}	2033 _{ab}	2139 _a
	2004	2188 _b	1664 _c	2162 _b	2382 _{ab}	2625 _a	2170 _b
	2005	2900 _b	3076 _{ab}	2987 _{ab}	3327 _{ab}	3277 _{ab}	3578 _a
	平均 Average	2080	1924	2132	2421	2330	2286
豌豆 Pea	2002	1653 _{ab}	1416 _c	1526 _{bc}	1789 _a	1613 _{ab}	1528 _{bc}
	2003	881 _{bc}	803 _c	823 _c	1269 _a	1061 _b	1022 _b
	2004	1708 _a	1495 _a	1681 _a	1667 _a	1761 _a	1511 _a
	2005	1686 _a	1816 _a	1911 _a	2220 _a	1980 _a	2148 _a
	平均 Average	1482	1382	1485	1736	1603	1552

注:同一行的不同小写字母表示同一年不同处理在 5%水平上的显著差异。

Note: Different lowercases in the same row represent significant difference at $P\leq 5\%$ among treatments in same year (LSD).

2.2.2 不同耕作方式的作物稳产性分析 对于农业生产,产量的相对稳定性是非常重要的,产量的波动性愈小,说明系统对外界环境的变化具有较强的适应能力,也就具有较好的持续性。对于黄土高原半干旱区,降水总量有限且年变率和季节变异率大,成为该区农业生产的主要限制因子。因此,降水量的变化,将会影响到不同处理作物产量的变化。

而系统产量振动度与系统产量变异系数是衡量系统稳定性的重要指标。

(1) 系统产量振动度^[13]:

$$K = (\max A - \min A) / \bar{A}$$

式中: A 表示每年产量; $\bar{A}$ 表示计算期间年平均值。K 值越小,相对稳定性也就越强,持续性也就越好。

(2) 系统产量变异系数:

$$CV = S / X$$

式中, S 表示标准差; X 表示平均数; CV 表示变异系数。对于变异系数 CV 值越小,相对稳定性也就越强,持续性也就越好。

利用以上两个指标进行分析,具体见表 3。对 2002~2005 年 4 a 各个处理的产量数据进行分析表明,对于小麦 K 值从小到大依次是:NTS、TS、TP、NTP、T、NT, CV 值从小到大依次是:NTS、TS、T、TP、NTP、NT;对于豌豆 K 值从小到大依次是:NTS、T、TP、NT、NTP、TS, CV 值从小到大依次是:NTS、T、TP、NT、TS、NTP。不论是豌豆还是小麦,NTS 的 K 值与 CV 值在处理中都是最小的,即 NTS 产量的变异性在 4 年中是最小的。这说明 NTS 的生产能力在不同的生产条件下比其它耕作措施更具有稳定性,更具有较强地抵御外界变化的能力。

表 3 不同处理作物产量稳定性分析表

Table 3 The stability analysis of crop yield under different treatments

项目 Item	小麦 Wheat						豌豆 Pea					
	T	NT	TS	NTS	TP	NTP	T	NT	TS	NTS	TP	NTP
产量振动度(K) Yield librating degree	1.11	1.28	0.87	0.74	1.02	1.19	0.91	1.11	1.26	0.90	1.01	1.16
产量变异系数 CV	0.30	0.39	0.26	0.25	0.32	0.38	0.26	0.34	0.35	0.24	0.26	0.361

2.3 效益分析

根据成本投入和产量结果,采用产投比、纯收入、经济效益率、增产率 4 个指标,对不同耕作方法的经济效益进行综合分析,具体如下:

(1) 产投比(O/I)=产出量(O)/投入量(I)

(2) 纯收入(E)=产出量(O)—投入量(I)

(3) 经济效益率 $Ea = E / I$, E 为纯收入, I 为投入量。

(4) 增产率 $Ya = \Delta Y / Y$, ΔY 为产量的增量, Y 为对照的产量(传统耕作的产量)。

利用以上指标进行分析,具体结果见表 4。

表 4 不同处理效益分析表

Table 4 Economic profit analysis under different treatments

项目 Item	小麦 Wheat						豌豆 Pea					
	T	NT	TS	NTS	TP	NTP	T	NT	TS	NTS	TP	NTP
产出(元/hm ²) Output	2912	2690	2985	3390	3262	3200	2519	2350	2525	2951	2762	2638
投入 1(元/hm ²) Input 1	2360	1445	2440	1520	3145	2225	2179	1259	2254	1334	2959	2039
投入 2(元/hm ²) Input 2	2360	1445	2890	1970	3145	2225	2179	1259	2614	1694	2959	2039
产投比 1 Out/input ratio 1	1.234	1.862	1.223	2.230	1.037	1.438	1.156	1.867	1.120	2.212	0.933	1.294
产投比 2 Out/input ratio 2	1.234	1.862	1.033	1.721	1.037	1.438	1.156	1.867	0.966	1.742	0.933	1.294
纯收入 1(元/hm ²) Net income 1	552	1245	545	1870	117	975	340	1091	271	1617	−197	599
纯收入 2(元/hm ²) Net income 2	552	1245	95	1420	117	975	340	1091	−89	1257	−197	599
经济效益率 1(%) Economic profit rate 1	23.4	86.2	22.3	123.0	3.7	43.8	15.6	86.7	12.0	121.2	−6.7	29.4
经济效益率 2(%) Economic profit rate 2	23.4	86.2	3.3	72.1	3.7	43.8	15.6	86.7	−3.4	74.2	−6.7	29.4
增产率(%) Yield increase rate	0.0	−7.5	2.5	16.4	12.0	9.9	0.0	−6.7	0.2	17.1	8.2	4.7

注:1 表示总投入不计秸秆投入;2 表示总投入计秸秆投入。产出是 4 a 各处理小麦或豌豆平均产量与小麦或豌豆单价的积。

Note: 1 means that total input does not include the cost of crop straw; 2 means that total input includes the cost of crop straw. Output is the average yield of wheat or pea in four years×the price of wheat or pea.

如表 4 所示, 无论是否计入秸秆的投入, 处理 NT、NTS、NTP 产投比、纯收入、经济效益率都明显高于 T、TS、TP, T、TS、TP 投入与产出基本持平, 甚至出现投入大于产出, 效益差。对于 NT, 虽然能够降低成本投入, 却不能够增产。NTP 虽然也能增产, 但投入较高, 总的效益没有 NTS 好。对于 NTS, 不论是小麦还是豌豆, 当不计秸秆的投入时, 它的产投比、纯收入、经济效益率、增产率 4 个指标, 在几个指标中, NTS 的值都是最大; 当计秸秆的投入时, NTS 的产投比、经济效益率仅次于 NT, 但 NTS 纯收入、增产率要比 NT 高。与其它几个处理相比, NTS 四个指标也是最大的。相对于传统耕作 T, 当不计秸秆的投入时, NTS 的产投比是 T 的 1.9~2 倍、纯收入比 T 增加 1 320 元/hm²、经济效益率是 T 的 5~7 倍, 产量平均增产 16%~17%; 当不计秸秆的投入时, NTS 产投比仍是 T 的 1.5 倍、纯收入比 T 可增加 900 元/hm²。因此, NTS 是几种耕作方法中经济效益最好的一种。

2.4 生产力水平分析

生产力是指一个经济系统在一定时间、空间、数量、质量等条件下, 单位资源投入下所获得的价值, 它反应了一个系统的生产能力的高低以及这个系统

的经济适应性的强弱。选用了以下几个生产力指标^[14]:

- (1) P_1 为土地生产率, O_1 为产值, I_1 为土地面积。
- (2) P_2 为劳动生产率, O_2 为产值, I_2 为投入的劳动数量。
- (3) P_3 为资金生产率, O_3 为产值, I_3 为投入的物质费用, 不包括劳动者的工资。
- (4) P 为综合生产率, P_1 为土地生产率, P_2 为劳动生产率, P_3 为物质费用生产率。

利用以上指标进行分析, 结果具体见表 5。

由表 5 可以得出, 不论是小麦还是豌豆, 对于土地生产率 P_1 , NTS 的土地生产率 P_1 都是最大的, TP 与 NTP 次之, NT 是最小的。对于劳动生产率 P_2 , NT 最大, NTS、NTP 次之, 但三者差异不大, T 是最小的。对于资金生率 P_3 , 当不计秸秆的投入时, NTS 显著高于其它处理, 当计秸秆投入时, NTS 仅次于 NT。综合生产率 P , 不论是否计入秸秆的投入, NTS 的综合生产率都是最大的, 综合生产率由大到小依次是: NTS、NT、NTP、TS、T、TP。相对于传统耕作 T, 当不计秸秆的投入, NTS 综合生产率是 T 的 1.71~1.75 倍, 当计秸秆的投入时, NTS

综合生产率是 T 的 1.53~1.57 倍, 总之, 无论是否计入秸秆的投入, NTS 的综合生产率都显著高于 T。因此, NTS 的生产率水平的在几个处理中最好的一个。

表 5 不同处理生产力水平分析表
Table 5 The productivity analysis of different treatments

项目 Item	小麦 Wheat						豌豆 Pea					
	T	NT	TS	NTS	TP	NTP	T	NT	TS	NTS	TP	NTP
土地生产率(元/hm ²) P ₁ Field productivity efficiency	2912	2690	2985	3390	3262	3200	2519	2350	2525	2951	2762	2638
劳动生产率(元/人) P ₂ Labor productivity efficiency	32.4	96.1	30.6	95.5	33.5	90.1	28.0	83.9	25.9	83.1	28.3	74.3
资金生产率 1(元/元) P ₃ Capital productivity efficiency 1	1.99	2.31	2.04	2.91	1.50	1.71	1.97	2.40	1.97	3.01	1.39	1.57
资金生产率 2(元/元) P ₃ Capital productivity efficiency 2	1.99	2.31	1.56	2.10	1.50	1.71	1.97	2.40	1.54	2.20	1.39	1.57
综合生产率 1 P Integrated productivity efficiency 1	57.3	84.2	57.1	98.0	54.7	79.0	51.8	77.9	50.5	90.4	47.8	67.5
综合生产率 2 P Integrated productivity efficiency 2	57.3	84.2	52.2	87.9	54.7	79.0	51.8	77.9	46.5	81.5	47.8	67.5

注: 1 表示总投入不计秸秆投入, 2 表示总投入计秸秆投入。
Note: 1 means that total input does not include the cost of crop straw, 2 means that total input includes the cost of crop straw .

3 结 论

1) 保护性耕作法的免耕秸秆覆盖(NTS), 不论是否计入秸秆的投入, 在几种耕作措施中它的经济效益是最好, 相对于传统耕作, NTS 不仅能够节约劳动、节约投入, 而且可以增产增收, 经济效益显著。

2) 保护性耕作法的免耕秸秆覆盖(NTS)产量相对稳定性好。免耕秸秆覆盖(NTS)系统产量振动度与系统产量变异系数比其它耕作的都小, 说明其生产能力比较稳定, 抵御外界环境变化的能力强, 持续性也好。

3) 保护性耕作法的免耕秸秆覆盖(NTS)生产率水平高。与传统耕作相比较, 免耕秸秆覆盖(NTS)综合生产率是传统耕作(T)的 1.71~1.75 倍。

总之, 在黄土高原半干旱区实施免耕秸秆覆盖(NTS)的保护性耕作措施, 不仅有助于提高作物产量, 提高经济效益, 还可以促进该区农业的可持续发展。

参 考 文 献:

[1] Lucas N G. 崔引安译. 关于免耕法的综合介绍[J]. Power Farming, 1973, (11): 8—9, 38.

[2] 贾树龙, 任图生. 保护耕作研究进展及前景展望[J]. 中国生态农业学报, 2003, (3): 1—12.

[3] Mielke L N, Fenster C R. Soil physical characteristics of reduced tillage in a wheat-fallow system [J]. Tran. ASAE, 1984, 27: 1724—1728.

[4] Blevins R L. Change in soil properties after 10 years continuous no-tillage and anventionallu tilled corn [J]. Soil and Tillage Reasercher, 1983, (3): 135—146.

[5] 中国耕作制度研究会. 中国少耕免耕与覆盖技术研究[M]. 北京: 科学技术出版社, 1991.

[6] 刘裕春, 李钢铁, 郭丽珍. 国内外保护性农业耕作技术研究[J]. 内蒙古林学院学报, 1999, 21(3): 83—88.

[7] Edwards W M. Tillage studies with a corn-soybean rotation; hydrologic and sedinent loss [J]. Sci Soc Am J, 1993, 57(4): 1051—1055.

[8] Baumhardt R L, Jones O R. Residue management and tillage effects on soil-water storage and grain yield of dryland wheat and sorghum for a clay loam in Texas[J]. Soil & Tillage Research, 2002, 68, 71—72.

[9] Blevins R L, Thmas G W, Smith M S, et al. Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled com[J]. Soil and Tillage Research, 1983, (3): 135—146.

[10] 李洪文, 高焕文, 周兴祥, 等. 旱地玉米保护性耕作经济效益分析, 干旱地区农业研究, 2000, 18(3): 44—49.

[11] 周兴祥, 高焕文, 刘俊峰. 华北平原一年两熟保护性耕作体系试验研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(6): 81—84.

[12] 丁昆仑, Hann M J. 耕作措施对土壤特性及作物产量的影响[J]. 农业工程学报, 2000, 16(3): 49—52.

[13] 吴发启, 刘秉正. 黄土高原流域农林复合配置[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003. 351.

[14] 展广伟. 农业技术经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990. 85—93.

Evaluation of economic adaptability of conservation tillage
in the semi-arid areas of Loess Plateau

SUN Li-jun¹, ZHANG Ren-zhi², CAI Li-qiong²

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;
2. College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Basing on the experiment of conservation tillage conducted in the semi-arid areas of Loess Plateau from 2001 to 2005, the economic adaptability of conventional tillage and 5 kinds of conservation tillage was evaluated by using the agro-economic evaluation method. The results showed that no-till with straw cover (NTS) was the best method among various treatments, and the economic efficiency and production level of NTS were the highest. The productivity of NTS was much stable and the resistant-ability of NTS to environmental disasters was much strong. Therefore, NTS is an effective way that can not only increase the crop yield but also improve the sustainable development of agriculture in the semi-arid areas of Loess Plateau in central Gansu Province.

Keywords: conservation tillage; economic adaptability; evaluation; Loess Plateau

(上接第 4 页)

Effects of no-tillage with stubble retention on soil
temperature of rainfed spring wheat field

HUANG Gao-bao¹, LI Ling-ling¹, ZHANG Ren-zhi², CAI Li-qun², Guangdi LI³, Kwong Yin CHAN⁴

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070; 2. College
of Resource and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070; 3. NSW Department of Primary
Industry, Wagga, NSW 2650, Australia; 4. NSW Department of Primary Industry, Richmond, NSW 2753, Australia)

Abstract: The field experiments were conducted from 2001 to 2005 in Dingxi on the western Loess Plateau to investigate the effects of no-tillage with stubble retention (NTS) on soil temperature in the farming system of rainfed spring wheat. The results showed that soil temperature was affected mainly by air temperature, and also by soil water storage. The more water stored in soil in the summer-autumn wet season, the lower the soil temperature was in the following early spring. The difference of soil temperature between NTS and conventional tillage (T) were consistent under different weather conditions. The soil temperature of NTS was more stable than that of T. The average soil temperature of NTS during the wheat growing season was 0.5℃~1.6℃ lower than that of T, and the difference of soil temperature between these two treatments was the greatest in jointing and maturity stage, but there was no significant difference during fallow stage. The yield of spring wheat under NTS was 8.8%~28.8% higher than that under T; however, there was no significant relationship between average topsoil temperature and grain yield.

Keywords: spring wheat; no-tillage with stubble retention; soil temperature; grain yield