

半干旱栽培稻田不同秸秆覆盖材料的产量效应

陶诗顺,王学春,徐健蓉

(西南科技大学生命科学与工程学院,四川 绵阳 621010)

摘 要:采用田间观测的方法,分析了不同覆盖材料对半干旱栽培条件下杂交水稻田间茎蘖数、干物质积累和土壤水分的影响,探讨了不同覆盖材料的产量效应。结果表明:(1)在川西北丘陵旱区进行秸秆覆盖有利于增加非灌溉期田间土壤贮水量,提高田间茎蘖数;秸秆腐烂所释放的营养,缓解了稻田磷钾供应相对不足的现状,有效提高了杂交稻的结实率、有效穗数和千粒重;覆盖处理稻田0~0.5 m土层贮水量较不覆盖处理增加2%~13%,田间茎蘖数增加4%~15%,有效穗数增加4%~8%,结实率增加3%~7%,千粒重增加0.6%~1.7%。(2)在灌溉水源没有保证的丘陵旱区,将半干旱栽培与秸秆覆盖相结合,可有效提高杂交水稻产量。冈优725和D优363实收产量平均值在油菜荚壳覆盖、麦草覆盖和麦糠覆盖处理下分别较对照增加10.2%、7.0%和7.7%。

关键词: 秸秆覆盖;半干旱栽培;杂交稻;产量

中图分类号: S511.048 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)04-0139-06

川西北丘陵旱区是我国主要两熟制(冬小麦—水稻;油菜—水稻)稻区之一。该区降水季节间分布不均,伏旱发生频繁^[1-2],严重影响了水稻的正常生长和产量提高。丘陵旱区水源不足,完全依靠提水灌溉克服伏旱的方法严重缩小了稻田的产投比。近年来随着化肥投入的增加和育种技术的进步,水稻从农田中带走的有机养分不断增加,导致稻田肥力出现下降的趋势,影响了水稻品质的提升^[3-5]。小春作物收获期间,焚烧秸秆产生的烟雾危害人类健康,威胁当地交通安全。相关研究表明,秸秆覆盖可以抑制土壤水分蒸发,提高土壤蓄水保墒能力^[6-8];可以延缓土壤有机质分解,提高土壤肥力水平^[9-11]。推行秸秆还田技术是克服川西北丘陵旱区伏旱胁迫最经济、最有效的措施,同时也是减少秸秆焚烧的有效方法。

本研究将水稻半干旱栽培模式与稻田秸秆覆盖相结合,通过3年田间试验与观测,分析了半干旱栽培模式下不同秸秆覆盖材料对水稻分蘖动态、干物质积累和土壤水分的影响,研究了半干旱栽培稻田不同覆盖材料的产量效应,为本区旱作稻田的稻谷生产提供必要理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

绵阳(104.7°E,31.5°N)位于四川盆地西北部,涪江中上游;境内地势北高南低,地貌由山地向丘陵

过渡,平均海拔700 m;年均降水量963 mm,年均气温16℃,属四川盆地亚热带湿润季风气候区。粮食作物主要有冬小麦、油菜、玉米和水稻,是我国主要两熟制(冬小麦—水稻;油菜—水稻)稻区之一。本试验于2009—2011年在西南科技大学农业科研基地进行。试验田土壤为紫色壤土,前作油菜,耕层土壤有机质含量为25.2 g/kg,速效氮含量为16.2 mg/kg,速效磷14.0 mg/kg,速效钾68.4 mg/kg。

1.2 试验设计

试验选用当地常用抗旱性水稻品种冈优725和D优363作为试验材料。4月5日采用稀播旱育秧模式进行育秧,5月30日移栽,秧龄55 d。移栽行距0.4 m,穴距0.2 m,每穴单株(带4~5个分蘖移栽)。秧苗返青后,进行覆盖处理:T1,覆盖机收麦草4.5 t/hm²(风干重,下同);T2,覆盖麦糠4.5 t/hm²;T3,覆盖油菜荚壳4.5 t/hm²;CK,不覆盖(对照)。为防止覆盖材料在灌水时浮起,覆盖后适当镇压使之与下层土壤粘连。小区面积17 m²,重复3次。小区间作宽0.4 m,高0.2 m土埂,并覆塑料薄膜护埂,防止灌溉或降雨时串水。本田期,4种处理均实行半干旱式灌溉,分蘖期(6月10日)、孕穗期(7月18日)、开花期(7月30日)和灌浆盛期(8月14日),分别灌水一次(每次灌溉以对照处理田面不积水为准,各处理灌水量相同),其余时期不灌水;4种处理均施纯氮172.5 kg/hm²,过磷酸钙600 kg/hm²,氯化钾225 kg/hm²,其分配比例均为底肥55%,分蘖肥45%。

收稿日期:2011-10-14

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划重大项目(2011BAD16B05)

作者简介:陶诗顺(1959—),四川苍溪人,教授,主要从事水稻栽培与管理方面的研究。

其它田间管理与当地田间管理相同。

在每小区定点 20 穴,于移栽后、分蘖盛期、最高分蘖期、拔节期、孕穗期和黄熟期进行茎蘖情况调查;并于最高分蘖期、拔节期、齐穗期和黄熟期在每小区选取 5 株进行干物质测定。田面断水 2 d 且不降雨的情况下,采用土钻法对 0~0.5 m 土层进行取样,采用烘干法测定土壤含水量,计算 0~0.5 m 土层贮水量。成熟时调查田间有效穗,在各小区采用挖方法(每小区取 1 m×1 m 面积的水稻植株,实打实收)进行测产,取 10 株代表性植株置于室内风干后考种。

2 结果与分析

2.1 秸秆覆盖对稻田土壤水分的影响

田面断水 2 d 后且无降雨的情况下对田间 0~0.5 m 土层土壤含水量的测定结果表明,分蘖末期(6 月 19 日至 6 月 23 日),T1,T2,T3 和 CK 处理 0~

0.5 m 土层田间贮水量平均值分别为 381,372,383 mm 和 326 mm;穗分化期(7 月 13 至 7 月 15 日)0~0.5 m 土层田间贮水量平均值分别为 342,341,350 mm 和 300 mm;灌浆期(8 月 6 日至 8 月 12 日)0~0.5 m 土层田间贮水量平均值分别为 371,362,375 mm 和 355 mm。方差分析结果表明,覆盖处理和不覆盖处理间差异显著,覆盖处理间差异不显著。

与不覆盖处理相比,覆盖处理在田面断水后的贮水量显著提高(表 1)。其中在穗分化期前(7 月 15 日前),随着断水天数的增加,覆盖处理田间贮水量与不覆盖处理间差异逐步扩大。本区两熟制杂交中稻栽插期较晚,栽后即进入夏季高温期,加之有一定的灌溉措施,秸秆腐烂速度较快,到水稻灌浆期,部分秸秆已经腐烂,其保水效果开始减缓。从灌浆期(8 月 9 日至 8 月 12 日)之后随着断水天数的增加,覆盖处理田间贮水量与不覆盖处理间差异逐步缩小(表 1)。

表 1 覆盖处理较对照不同时期稻田 0~0.5 m 土层土壤贮水量增加量(mm)

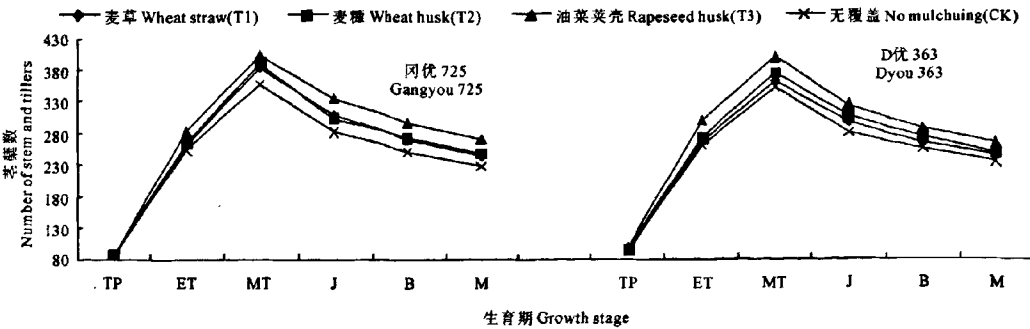
Table 1 Increasing amount of soil water storage in 0~0.5 m soil layer under different straw mulching treatments compared with CK

处理 Treatments	日期 Date(M-d)							
	06-19	06-21	06-23	07-13	07-15	08-06	08-09	08-12
麦草(T1) Wheat straw	23	32	57	30	48	29	43	16
麦糠(T2) Wheat husk	14	36	48	26	44	23	29	12
油菜荚壳(T3) Rapeseed husk	18	41	53	22	53	13	25	9

2.2 秸秆覆盖对杂交稻群体茎蘖数的影响

本田期(移栽后至水稻成熟),冈优 725 与 D 优 363 茎蘖数变化趋势一致,均表现为先增加后降低,覆盖处理田间茎蘖数显著高于不覆盖处理(图 1)。在 T1,T2,T3 和 CK 处理下,20 穴冈优 725 田间茎蘖数平均值分别为 258、261、279 和 241;20 穴 D 优 363

田间茎蘖数平均值分别为 256、261、277 和 245。方差分析结果表明,两个品种间的差异不显著,T1,T2 和 T3 均与 CK 差异显著($P<0.05$),T1 和 T2 间差异不显著,T1,T2 均与 T3 差异显著($P<0.05$)。以上结果表明,秸秆覆盖有利于增加旱区水稻本田期田间茎蘖数。



注:TP,移栽期;ET,分蘖盛期;MT,最高分蘖期;J,拔节期;B,抽穗期;M,成熟期
Note: TP, Transplanting stage; ET, Active tillering stage; MT, Maximum tillering stage; J, Jointing stage; B, Booting stage; M, Maturing stage.

图 1 不同秸秆覆盖处理下的水稻茎蘖数比较

Fig. 1 Comparison of stem and tiller number under different treatments

与移栽期相比,分蘖盛期冈优 725 的田间茎蘖数在 T1,T2,T3 和 CK 处理下分别增加了 2.0、2.0、2.3 和 1.8 倍;D 优 363 分别增加了 1.8、1.8、2.0 和 1.7 倍,两个品种均表现为覆盖处理田间茎蘖数增加量显著高于 CK,其中 T3 处理增加量最大。与分蘖盛期相比,最高分蘖期冈优 725 田间茎蘖数在 T1,T2,T3 和 CK 处理下分别提高了 43%,44%,43% 和 42%;D 优 363 分别提高了 34%,38%,34% 和 34%,两个品种均表现为覆盖处理田间茎蘖数的增加程度略高于 CK。

与分蘖盛期相比,拔节期冈优 725 田间茎蘖数在 T1,T2,T3 和 CK 处理下分别降低了 20%,23%,16% 和 24%;D 优 363 的分别降低了 18%,19%,17% 和 20%,两个品种均表现为覆盖处理的减少程度显著低于 CK,其中 T3 处理降低程度最小。与拔节期相比,抽穗期冈优 725 田间茎蘖数在 T1,T2,T3 和 CK 处理下分别降低了 11%,12%,11% 和 7%;D 优 363 的分别降低了 10%,11%,11% 和 8%,两个品种均表现为覆盖处理降低程度较大。与抽穗期相比,成熟期冈优 725 田间茎蘖数在 T1,T2,T3 和 CK 处理下分别降低了 8%,9%,7% 和 9%;D 优 363 的

分别降低了 7%,9%,8% 和 9%,两个品种均表现为覆盖处理的降低程度略低于 CK。

2.3 秸秆覆盖对杂交稻干物质积累的影响

与对照相比,各覆盖处理在拔节期、齐穗期和成熟期的干物质质量均显著增加,且随着生育时期的推移增加量逐渐提高(表 2)。表明秸秆覆盖有利于水稻拔节期至成熟期的干物质积累。为进一步比较秸秆覆盖材料对水稻干物质积累的影响,本研究采用公式 1 计算不同秸秆覆盖处理下的水稻在不同时期干物质相对增加率(表 2)。

$$R = (T_n - CK) / T_n \tag{1}$$

式中, R 为干物质相对增加率; T_n 为不同覆盖处理下水稻干物质重量($3 \geq n \geq 1$); CK 为对照处理下干物质重量。

表 2 表明,秸秆覆盖处理下的冈优 725 和 D 优 363 均表现为齐穗期干物质相对增加率最大,麦糠和油菜荚壳处理下的冈优 725 和 D 优 363 均表现为成熟期干物质相对增加量最大。冈优 725 和 D 优 363 均表现为油菜荚壳处理下的干物质相对增加量最大。这一结果表明,麦糠和油菜荚壳更有利于水稻后期生长和干物质积累。

表 2 不同覆盖处理与对照相比杂交稻干物质增加量和相对增加率
Table 2 Increasing amount and rate of dry matter in different growth stages of hybrid rice under different straw mulching treatments compared with CK

品种 Variety	处理 Treatments	最高分蘖期 Maximum tillering stage		拔节期 Jointing stage		齐穗期 Full heading stage		成熟期 Maturing stage	
		增加量 Increasing amount (kg/m ²)	增加率 Increasing rate (%)	增加量 Increasing amount (kg/m ²)	增加率 Increasing rate (%)	增加量 Increasing amount (kg/m ²)	增加率 Increasing rate (%)	增加量 Increasing amount (kg/m ²)	增加率 Increasing rate (%)
冈优 725 Gangyou 725	麦草 Wheat straw	- 19.5Aa	- 5.7Aa	16.5Aa	2.7Aa	33.2Ab	3.9Ab	50.2Aa	3.3Aa
	麦糠 Wheat husk	- 17.8Aa	- 5.2Aa	19.2Ab	3.1Ab	28.3Aa	3.4Aa	79.7Ab	5.3Ab
	油菜荚壳 Rapeseed husk	13.3Bb	3.9Bb	55.3Bc	9.0Bc	77.0Bc	9.1Bc	167.8Bc	11.2Bc
D 优 363 Dyou 363	麦草 Wheat straw	- 12.9Aa	- 3.7Aa	12.0Aa	1.8Aa	40.8Ab	4.5Ab	65.9Ab	4.4Ab
	麦糠 Wheat husk	- 5.6Ab	- 1.6Ab	28.7Ab	4.4Ab	31.7Aa	3.5Aa	58.5Aa	3.9Aa
	油菜荚壳 Rapeseed husk	9.8Bc	2.8Bc	67.8Bc	8.4Bc	80.4Bc	8.8Bc	147.6Bc	10.0Bc

注:数字后的小写字母表示差异显著水平为 $P=0.05$;数字后的大写字母表示差异显著水平为 $P=0.01$ 。下表同。
Note: Lower case after number means the significant difference level is $P=0.05$; Capital letter after number means the significant difference level is $P=0.01$. They are same in the following tables.

2.4 秸秆覆盖对杂交稻产量的影响

T1,T2,T3 和 CK 处理下冈优 725 的实收产量分别为 8 202,8 255,8 429 kg/hm² 和 7 634 kg/hm²;D 优 363 的实收产量分别为 7 875,7 922,8 120 kg/hm² 和 7 389 kg/hm²。冈优 725 和 D 优 363 的实收产量在

油菜荚壳覆盖条件下较对照分别提高了 10.4% 和 9.9%,均达到极显著水平($P<0.05$);麦糠覆盖处理比对照分别提高了 8.2% 和 7.2%,均达到显著水平($P<0.05$);麦草处理比对照分别提高了 7.45% 和 6.58%,均达到显著水平($P<0.05$)。两个品种

的实收产量均表现为覆盖处理显著高于对照处理,其中油菜荚壳覆盖处理的增产效果最佳。

单株产量性状的分析结果(表 3)表明,覆盖处理(T1,T2 和 T3)下的单株有效穗数、结实率、千粒重和生物量均显著高于不覆盖处理(CK),其中油菜荚壳覆盖处理下的增加幅度最大,其次依次为麦糠和麦秆覆盖处理。覆盖处理(T1,T2 和 T3)的单株成穗

率和单穗着粒数比不覆盖处理(CK)显著下降,其中麦草覆盖处理的降低幅度最大。覆盖处理的收获指数和不覆盖处理间差异不显著。稻田覆盖当地小春作物(油菜和冬小麦)秸秆,有利于单株有效穗数,结实率和千粒重的提高,从而有利于覆盖条件下水稻产量提高。

表 3 不同覆盖处理下水稻单株产量性状比较

Table 3 Comparison of yield traits per plant under different treatments

品种 Variety	处理 Treatments	有效穗(个) Number of effective panicle	成穗率 Panicle rate (%)	着粒数 Number of grain per panicle	结实率 Seed setting rate (%)	千粒重 Weight of 1000 grains (g)	生物量 Biomass per plant (g)	收获 指数 Harvest index
冈优 725 Gangyou 725	麦草(T1) Wheat straw	16.59Ab	58.2Ab	180.1Aa	71.6Ab	29.0Ab	129.3Bb	0.48Aa
	麦糠(T2) Wheat husk	16.66Ab	57.6Aa	184.1BCc	72.3Ac	29.0Ab	131.2Bb	0.49Aa
	油菜荚壳(T3) Rapeseed husk	17.29Bc	58.0Ab	183.2ABb	72.2Ac	29.1Ab	138.7Cc	0.48Aa
	无覆盖(CK) No mulching	15.87Aa	60.2Bc	186.1Cd	69.4Aa	28.8Aa	121.7Aa	0.48Aa
D 优 363 Dyou 363	麦秆(T1) Wheat straw	16.84Aa	62.8Ac	177.0Aa	73.0Ac	28.1Abc	122.2Bb	0.50Aab
	麦糠(T2) Wheat husk	17.07Ab	61.5Aa	178.8BCb	73.1Ac	28.0Aab	122.5Bb	0.51Ab
	油菜荚壳(T3) Rapeseed husk	17.49Ab	62.2Ab	180.6Cc	72.6Ab	28.3Ac	129.8Cc	0.50Aab
	无覆盖(CK) No mulching	16.18Aa	62.1Ab	180.4Cc	68.4Aa	27.8Aa	113.2Aa	0.49Aa

注:结实率=实粒数/着粒数×100%;成穗率=有效穗数/总穗数×100%。

Note: Seed setting rate = Number of filled grains/ Number of total grains per panicle × 100%; Panicle rate = Number of effective panicles/ Number of total panicles × 100%.

3 讨论

3.1 秸秆保水效果与水稻产量

分蘖初期稻田缺水,水稻分蘖数显著降低;分蘖后期稻田缺水,稻田有效分蘖数显著降低^[12-13]。本研究表明,T1,T2,T3 和 CK 处理 0~0.5 m 土层贮水量平均值分别为 381,372,383 mm 和 326 mm,覆盖处理田间贮水量显著增加(表 1)。从移栽到最高分蘖期的田间茎蘖数增加量,秸秆覆盖处理的显著高于不覆盖处理的。从最高分蘖期至成熟期其田间茎蘖数减少量表现为覆盖处理显著低于不覆盖处理(图 1)。

穗分化至扬花期缺水显著降低水稻结实率^[14]。本研究表明,穗分化期覆盖处理的 0~0.5 m 土层田间贮水量均显著高于不覆盖处理(表 1),覆盖处理的结实率显著高于对照(表 3)。灌浆期缺水严重影响水稻千粒重提高^[12-14],虽然进入灌浆期秸秆覆盖的保水效果有所下降,但其田间贮水量显著高于对照田(表 1),其干物质相对增加率显著高于对照处理(表 2),其千粒重显著高于对照处理(表 3)。

3.2 秸秆养分含量与水稻产量

近年来川西北丘陵旱区半灌溉稻田有机质因化肥的大量投入而显著下降,有机质的调肥功能显著降低^[1-2],加之重氮轻磷钾的化肥使用方法导致稻田 K 和 P 的供应相对不足,影响水稻分蘖数、结实率和千粒重的提高^[15-16]。据测定,农作物秸秆中含有机质 15% 以上,氮、磷、钾含量分别为:麦草 530,290 mg/kg 和 1 100 mg/kg,麦糠 520,210 mg/kg 和 1 200 mg/kg,油菜秸秆 920,470 mg/kg 和 2 100 mg/kg。其中油菜秆的养分含量最丰富,其次为麦糠和麦草。本区两熟制杂交中稻栽插期较晚,栽后即进入夏季高温期,加之相应的灌溉措施,田间秸秆较容易腐烂,一般不会出现微生物与水稻争氮的现象。本研究表明,油菜秸秆覆盖处理的水稻分蘖数从移栽到最高分蘖期的增加量显著高于其它处理,从最高分蘖期至成熟期其减少量显著低于其它处理。同时,油菜秸秆覆盖处理的水稻千粒重和结实率均高于其它处理。麦糠和麦草覆盖处理产量相对较低,可能与其养分含量较低有关,因此在覆盖麦糠和麦草时适当增加 P 肥和 K 肥投入可能会显著提高水

稻产量。

3.3 稻田秸秆覆盖技术

我国西南稻区干旱发生频率高(四川盆地干旱的发生频率高达95%),季节性、区域性缺水严重。适应水资源短缺现状,降低稻田水分消耗已成为国内外研究的热点问题之一,当前秸秆覆盖技术作为重要的稻田节水措施正在被广泛关注^[17-18]。然而稻田秸秆覆盖技术与旱地秸秆覆盖技术截然不同,旱地秸秆覆盖后不需要灌水,稻田进行秸秆覆盖后仍需进行一定量的灌溉^[19-20]。本研究在实施田间试验的过程中,采取了秸秆上间隔压土和慢速灌溉等方法,在一定程度上控制了秸秆的移动。另外,受气候条件的影响,秸秆在稻田中的腐解速度相对于旱地要快的多,后期秸秆覆盖的节水效应有所降低,但其养分平衡效应得到了显著提高,今后有待进一步深入研究秸秆覆盖稻田水肥动态变化规律及其对水稻产量的影响。

4 结 论

在川西北丘陵旱区进行秸秆覆盖有利于增加非灌溉期间土壤贮水量,进而提高田间茎蘖数。秸秆腐烂所释放的养分,一定程度上缓解了稻田磷钾供应相对不足的现状,有效提高了杂交稻的结实率、有效穗数和千粒重。

在丘陵旱区一些灌溉水源没有保证的稻田,将半干旱栽培与秸秆覆盖有机结合,可有效提高杂交水稻产量。冈优725和D优363实收产量平均值在油菜荚壳覆盖、麦草覆盖和麦糠覆盖处理下分别较对照增加10.2%、7.0%和7.7%。

参 考 文 献:

- [1] 陶诗顺,陈红春. 杂交水稻免耕沟旱植秸秆覆盖节水栽培新模式[J]. 节水灌溉, 2005, (1): 36-37.
- [2] 陶诗顺,陈永军,陈红春. 杂交水稻旱稀育壮秧避旱移栽节水丰产栽培技术[J]. 杂交水稻, 2009, 24(1): 49-50.
- [3] Rasmussen P E, Collins H P. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residues on soil organic matter in temperate semi-arid regions[J]. *Advanc. Agron.*, 1991, 45: 93-134.
- [4] 李逢雨,涂仕华,王昌全,等. 不同还田方式下稻草的腐解速率及养分释放规律[J]. 山地学报, 2006, 24(增): 92-97.
- [5] 盘莫谊,谭周进,李倩,等. 早稻秸秆还田对次年早稻土壤微生物及酶的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(2): 380-386.
- [6] 王昕,贾志宽,韩清芳,等. 半干旱区秸秆覆盖量对土壤水分保蓄及作物水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(4): 196-202.
- [7] 方文松,朱自玺,刘荣花,等. 秸秆覆盖农田的小气候特征和增产机理研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(6): 123-128.
- [8] Singh K B, Gajri P R, Arora V K. Modelling the effects of soil and water management practices on the water balance and performance of rice[J]. *Agric Water Manage.* 2001, 49: 77-95.
- [9] 吴婕,朱钟麟,郑家国,等. 秸秆覆盖还田对土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 西南农业大学学报, 2006, 19(2): 192-195.
- [10] 盛海君,周春霖,沈其荣,等. 秸秆覆盖下旱作水稻的生长发育特征研究[J]. 中国水稻科学, 2004, 18(1): 53-58.
- [11] 刘世平,陈文林,聂新涛,等. 麦稻两熟地区不同埋深对还田秸秆腐解进程的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(6): 1049-1053.
- [12] Roel A, Heilman J L, McCauley G N. Water use and plant response in two rice irrigation methods[J]. *Agric Water Manage.* 1999, 39: 35-46.
- [13] 黄文江,黄义德,陶汉之,等. 水稻旱作条件下的生理特性和经济性状研究[J]. 安徽农学通报, 1999, 5(4): 22-25.
- [14] 盛海君,周春霖,沈其荣,等. 秸秆覆盖下旱作水稻的生长发育特征研究[J]. 中国水稻科学, 2004, 18(1): 53-58.
- [15] Rahman M A, Chikushi J, Saifuzzaman M, et al. Rice straw mulching and nitrogen response of no-till wheat following rice in Bangladesh[J]. *Field Crop Res.*, 2005, 91: 71-81.
- [16] 刘世平,聂新涛,张洪程,等. 稻麦两熟条件下不同土壤耕作方式与秸秆还田效用分析[J]. 农业工程学报, 2006, 22(7): 48-51.
- [17] 姜心禄,袁勇,郑家国,等. 季节性干旱丘区稻田麦秸覆盖的节水效应研究[J]. 西南农业学报, 2007, 20(6): 1188-1193.
- [18] Liu X J, Ai Y W, Zhang F S, et al. Crop production, nitrogen recovery and water use efficiency in rice-wheat rotation as affected by non-flooded mulching cultivation (NFM) [J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2005, 71: 289-299.
- [19] 郑家国,姜心禄,朱钟麟,等. 季节性干旱丘区的麦秸还田技术与水分利用效率研究[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(1): 30-33.
- [20] 张水清,钟旭华,黄农荣,等. 稻草覆盖还田对水稻氮素吸收和氮肥利用率的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(3): 611-616.

Effects of different mulching materials on rice yield in transplanting field with semiarid cultivation method

TAO Shi-shun, WANG Xue-chun, XU Jian-rong

(School of Life Science and Technology, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China)

Abstract: In order to study the effects of different straw materials on hybrid rice yield, we carried out a 3-year field experiment at the scientific research bases of SWUST. Based on the data from this experiment, we analyzed the impacts of different straw mulching materials on the number of stem and tillers, the accumulation of dry matter of rice and the soil water content in 0 ~ 0.5 m soil layer. The results showed that: (1) Straw mulching was conducive to increase the soil water storage in 0 ~ 0.5 m soil layer during none irrigation period, therefore straw mulching promoted the increase of the number of stems and tillers in transplanting field. The nutrition, coming from the decomposition of straw mulch, relieved the nutrition shortage in rice field. Therefore, the seed setting rate, number of effective panicles and weight of 1000 grains all increased under straw mulching treatments, compared with that under no mulching treatment. Soil water storage in 0 ~ 0.5 m soil layer increased by 2% ~ 3%, seed setting rate by 4% ~ 15%, number of effective panicles by 4% ~ 8%, weight of 1000 grains by 0.6% ~ 1.7% under straw mulching treatments, compared with that under no mulching treatment. (2) Integrated with semiarid cultivation method, straw mulching method could significantly increase rice yield in transplanting field in the northwest region of Sichuan Province. The average yield of Gangyou 725 and Dyou 363 under mulching treatments with rapeseed husk, winter wheat husk and winter wheat straw increased by 10.2%, 7.0% and 7.7% respectively, compared with that under no mulching treatment.

Keywords: straw mulching; semiarid cultivation method; hybrid rice; yield

(上接第 96 页)

Investigation and assessment of current situation of household fertilization on spring maize in Yuyang area

WANG Xiao-ying, TONG Yan-an, LIU Fen, ZHAO Zuo-ping

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to understand the current situation of fertilizer application and nutrients resources input problems of farmers in northern Shaanxi, we used questionnaire method to investigate 24 counties and 216 farmers on spring maize in 2011. The results showed that in 2010 spring maize yield between 9 500 ~ 11 500 kg/hm² took up the maximal and rational ratio of 52.78%. The amount of nitrogen fertilizer on spring maize changed from 321.8 ~ 1 084.3 kg/hm², averaged 650.5 kg/hm²; The amount of phosphate fertilizer changed from 60.2 ~ 450.3 kg/hm², averaged 244.8 kg/hm²; Potassium changed from 47.3 ~ 222.8 kg/hm², averaged 134.5 kg/hm², and it was only from organic fertilizer. For chemical N application, only 5.56% was rational, 10.65% was slightly low, 5.09% was low, 33.80% was slightly high, and 44.91% was high. For chemical P₂O₅ application, only 12.04% was rational, 21.30% was slightly low, 25.46% was low, 19.44% was slightly high, and 21.76% was high. The yield of spring maize had large significant relationship with total nutrient, nitrogen and phosphate fertilizer. The average PFP of nitrogen fertilizer and phosphate fertilizer were 24.38 kg/kg and 86.94 kg/kg respectively. In summary, the current situation of household fertilization on spring maize in Yuyang area included: the yield levels were greatly different and changed from 6 750 ~ 15 000 kg/hm²; it had also large differences in nutrient inputs and fertilizer use efficiency was very low; there were seldom fertilizer types. We suggested that measures should be taken to breed superior varieties, achieve integrated management of nutrient resources and improve the nutrient use efficiency, strengthen the promotion and application of science and technology and improve the level of farmers' cultivation, and increase the supervision and inspection of fertilizer production enterprises.

Keywords: Yuyang area; spring maize; fertilization; assessment; yield