

小麦-玉米轮作覆盖稻草对土壤肥力 及产量的影响

陈兰祥 夏淑芬

(湖北省枝城市土肥站 枝城 443200)

许 松 林

(宜昌市土肥站)

摘 要

研究了小麦-玉米轮作中用稻草覆盖的效果。结果表明,稻草覆盖对小麦-玉米轮作产量有显著的增产效果。碳铵分次施用与稻草覆盖相结合,可减少碳铵的挥发损失,显著提高肥料的增产效果。在微酸性土壤上,玉米对钾反应比较敏感,每亩覆盖的 200 公斤稻草所带入的钾相当于 7.5 公斤氯化钾的肥效。稻草覆盖是增加土壤有机质、速效钾含量的重要措施。

关键词 小麦-玉米轮作; 稻草覆盖; 土壤肥力

近年来兴起的秸秆覆盖,促进了旱地农业的发展。宜昌市从 1988 年至 1991 年推广小麦、玉米覆盖秸秆 89.91 万亩,其中小麦 85.7 万亩,玉米 4.17 万亩。我们于 1990 年 10 月至 1991 年 8 月,就小麦-玉米轮作覆盖稻草对土壤肥力及产量的影响进行了试验研究,现将结果整理于后。

1 试验方法

试验是在枝城市五眼泉乡的灰紫泥砂土(发育于白垩系钙质红色砂页岩母质,有较强烈的石灰性反应,呈微碱性)和岩黄土(发育于奥陶系石灰岩残积母质,呈微酸性)上进行的。供试土壤的一般化学性质列于表 1。

表 1 供试土壤一般化学性质

土 壤	pH (H ₂ O)	有机质 (g/kg)	全 氮 (g/kg)	全 磷 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
灰紫泥砂土	7.8	8.8	0.783	0.51	81.0	2.4	54.0
岩 黄 土	5.8	10.5	0.848	0.87	87.0	3.2	94.0

试验用的肥料为碳酸氢铵(N 16%),过磷酸钙(P₂O₅ 12%)和氯化钾(K₂O 60%),覆盖物为“汕优 63 杂交中稻”稻草(风干)。供试小麦品种为“绵阳 20 号”,10 月 31 日条播,亩用种量 10 公斤,5 月 31 日收割。玉米品种为“长莫”,3 月 17 日营养钵播种育苗,4 月 6 日麦田预留行移栽,每亩 3000 株,8 月 8 日收获。分别于小麦分蘖期、孕穗期、收割后,玉米在开花期、收获后于第二重复各小区 5 点采集 0—15cm 混合土样(5 个采样点),供作常规分析。

小麦、玉米均设 5 个处理:(1) N₈P₃(CK₁): 亩施纯氮 8 公斤+P₂O₅ 3 公斤,基肥条施;(2) N₄P₃+N₄(CK₂): 1/2 纯氮量分作小麦、玉米拔节肥,条施;(3) N₈P₃K_{4.5}: 在 CK₁ 基础上,

亩施 K_2O 4.5 公斤作基肥; (4) N_8P_3 +覆盖稻草 200 公斤/亩; (5) $N_4P_3+N_4$ 覆盖稻草 200 公斤/亩。小区面积 0.03 亩, 3 次重复, 随机区组排列。

2 结果讨论

2.1 稻草覆盖对小麦—玉米产量的影响

试验的产量结果列于表 2、表 3。小麦—玉米轮作方式, 处理(4)年平均亩产粮食 559.9 公斤($n=2$), 比处理(1)增产 90.9 公斤, 增产率达 19.4%, 稻草覆盖对小麦—玉米的增产效果是相当显著的。但其增产量则与供试土壤类型、作物种类及覆盖迟早有密切关系。岩黄土年平均亩增产粮食 103.9 公斤, 比灰紫泥砂土的多收 26.1 公斤, 相对增产率为 33.5%。在同一土壤条件下, 稻草覆盖无论对小麦还是对玉米的增产量都比较相近, 如岩黄土的处理(4)与处理(1)比较, 亩增产小麦 49.1 公斤与亩增产玉米 54.8 公斤, 灰紫泥砂土亩增产小麦 37.0 公斤与亩增产玉米 40.8 公斤均相差甚小, 表明稻草覆盖对小麦和玉米都有相似的增产效果。然而, 当碳铵改作分次施用后(即处理(5)), 稻草覆盖的玉米其增产效果却高于小麦。岩黄土亩增产玉米 47.1 公斤, 增幅 16.0%, 是增产小麦 13.4 公斤的 3.5 倍。灰紫泥砂土增产玉米 41.4 公斤, 增幅 11.1%, 是增产小麦 23.3 公斤的 1.8 倍。如果把处理(4)对处理(1)的增产量与处理(5)对处理(2)的增产量作一比较, 表现在冬小麦上有较大的差异, 前者在岩黄土亩增产小麦 49.1 公斤, 在灰紫泥砂土亩增产小麦 37.0 公斤, 比后者分别多收小麦 35.9 公斤和 10.3 公斤, 表明冬作小麦早覆盖比晚覆盖的效果好。稻草覆盖的增产作用, 表现在小麦亩有效穗增多 2.33—3.0 万穗, 每穗粒数增多 0.7—2.6 粒, 千粒重增加 1.16—1.65g; 表现在玉米每穗粒数增多 24.9—39.4 粒, 千粒重增加 3.94—11.9g。

表 2 土壤覆盖稻草对小麦产量的影响

土壤	处理	小区产量(kg/0.03 亩)				产 量			
		I	II	III	平均	kg/亩	比较 %	LSR	
								0.05	0.01
灰 紫 泥砂土	(1)	4.40	4.39	4.79	4.527	150.9	—	c	B
	(2)	4.80	4.89	5.12	4.937	164.6	9.08	b	B
	(3)	5.04	4.55	4.98	4.857	161.9	7.29	bc	B
	(4)	5.61	5.72	5.58	5.637	187.9	24.52	a	A
	(5)	5.90	5.75	5.57	5.740	191.3	26.77	a	A
岩黄土	(1)	4.98	4.65	4.70	4.776	159.2	—	d	C
	(2)	5.90	5.70	5.80	5.80	193.3	21.42	b	B
	(3)	5.45	5.50	5.33	5.427	180.9	13.63	c	B
	(4)	6.35	6.05	6.35	6.250	208.3	30.84	a	A
	(5)	6.10	6.35	6.15	6.20	206.7	29.84	a	A

2.2 改进碳铵施用方法对产量的影响

改碳铵作基肥一次深施为基肥与小麦、玉米拔节肥各半, 即处理(2)与处理(1)相比较的结果, 在灰紫泥砂土上的效果是相当显著的, 小麦单产由处理(1)的 150.9 公斤提高到 164.6 公斤, 增产 9.1%, 玉米单产由 352.1 公斤提高到 373.4 公斤, 增产 6.1%, 均达到显著差异水准。但在岩黄土却不如灰紫泥砂土那样稳定, 仅小麦有极显著差异, 而玉米就不显著了。碳铵分次施用再与稻草覆盖相结合的效果尤佳, 处理(5)与处理(2)相比, 小麦—玉米轮作在

灰紫泥砂土年平均亩增产粮食 68.1 公斤, 仍高于岩黄土的 60.5 公斤的效果。而玉米在灰紫泥砂土上亩增产 41.4 公斤, 岩黄土增产 47.1 公斤, 分别高于亩增产小麦 26.7 公斤和 13.4 公斤的效果。表明稻草覆盖能有效减少铵态氮肥因土壤碱性和气温升高而造成的挥发损失, 从而提高了碳铵化肥的利用率。

表 3 土壤覆盖稻草对玉米产量及小麦—玉米产量的影响

土壤	处理	小区产量(kg/0.03 亩)					产 量		年产量			
		I	II	III	平均	kg/亩	增率 (%)	LSR		kg/亩	增产 (kg/亩)	增率 (%)
								0.05	0.01			
灰 紫 泥砂土	(1)	11.0	10.34	10.25	10.563	352.1	—	c	C	503.0	—	—
	(2)	11.06	11.02	11.53	11.203	373.4	6.05	b	BC	538.0	35.0	6.96
	(3)	11.75	11.40	11.62	11.590	386.3	9.71	b	AB	548.2	45.2	8.99
	(4)	11.53	11.76	12.07	11.787	392.9	11.59	b	AB	580.8	77.8	15.47
	(5)	12.64	11.83	12.86	12.443	414.8	17.81	a	A	606.1	103.1	20.5
岩黄土	(1)	8.66	8.63	7.53	8.273	275.8	—	b	C	435.0	—	—
	(2)	8.60	8.81	9.02	8.810	293.7	6.49	b	BC	487.0	52.0	11.95
	(3)	10.28	10.86	9.83	10.323	344.1	24.76	a	A	525.0	90.0	20.69
	(4)	10.13	9.41	10.21	9.917	330.6	19.87	a	AB	538.9	103.9	23.89
	(5)	9.74	10.47	10.46	10.223	340.8	23.57	a	AB	547.5	112.5	25.86

2.3 化肥钾与稻草钾的增产效果

供试土壤施用化学钾肥, 在微酸性岩黄土地上效果尤为显著, 处理(3)的小麦单产 180.9 公斤, 增产 13.6%(21.7 公斤); 玉米的单产为 344.1 公斤, 增产 68.3 公斤, 增幅高达 24.8%。平均每公斤 K_2O 增产小麦 4.8 公斤, 增产玉米 15.2 公斤, 效果极其显著。灰紫泥砂土施化学钾肥对玉米的增产效果也高于小麦, 平均每公斤 K_2O 增产玉米 7.6 公斤, 而增产小麦仅 2.4 公斤, 表明玉米对钾的反应比小麦更为敏感, 属喜钾作物之一。

稻草不仅含钾高, 而且水溶性钾也较高(84%), 故而能有效地提高土壤有效钾含量(表 4), 改善土壤对钾的供应。处理(4)及(5)(每亩覆盖稻草 200 公斤)的粮食单产与每亩施用 K_2O 4.5 公斤处理的产量相当, 而岩黄土地上小麦的增产效果还显著优于施化学钾肥的。

2.4 覆盖稻草对土壤肥力的影响

以覆盖方式在小麦—玉米轮作周期每亩用 400 公斤稻草, 对提高土壤肥力有如下影响:

(1)增加土壤有机质含量。灰紫泥砂土的有机质含量由对照的 $10.83 \pm 0.44 \text{ g kg}^{-1}$ 提高到稻草覆盖的 $12.14 \pm 0.68 \text{ g kg}^{-1}$, t 值 $5.24 > t_{0.01} 2.88$; 岩黄土的含量由 $10.97 \pm 0.41 \text{ g kg}^{-1}$ 提高到 $12.53 \pm 0.83 \text{ g kg}^{-1}$, t 值 $5.08 > t_{0.01} 2.88$ 。

(2)增加土壤全氮量。供试土壤全氮增加量以岩黄土明显, 由对照的 $0.674 \pm 0.087 \text{ g kg}^{-1}$ 提高到 $0.802 \pm 0.138 \text{ g kg}^{-1}$, t 值 $2.47 > t_{0.05} 2.1$ 。灰紫泥砂土却达不到这个水准。这反映了稻草覆盖在不同土壤上的影响是有差异的, 在微酸性土壤上更有利于氮素养分的累积。

(3)增加土壤有效钾量。灰紫泥砂土的平均值为 $113.7 \pm 16.5 \text{ mg kg}^{-1}$, 对照为 $89.5 \pm 5.3 \text{ mg kg}^{-1}$, t 值 $4.43 > t_{0.01} 2.88$ 。岩黄土平均值为 $119.8 \pm 25.1 \text{ mg kg}^{-1}$, 对照为 $100.7 \pm 7.6 \text{ mg kg}^{-1}$, t 值 $2.47 > t_{0.05} 2.1$ 。

而且, 岩黄土的玉米产量与收获时土壤碱解氮量(x_1)和速效钾量(x_2)呈显著的相关性:

$$\hat{y} = 1.4x_1 + 1.6x_2 - 16.69 \quad (F = 29.73^*)$$

综上所述, 在小麦—玉米轮作周期中每亩用 400 公斤稻草覆盖土壤, 能明显提高土壤有机质、土壤全氮和土壤有效钾的含量, 如与碳铵同时施用, 还可减少碳铵的挥发损失; 并有极显著的增产效果。

表 4 覆盖稻草对土壤主要养分的影响

土 壤	处理代号	有机质 (g kg ⁻¹)		全 氮 (g kg ⁻¹)		碱解氮 (mg kg ⁻¹)		速效钾 (mg kg ⁻¹)	
灰 紫 泥砂土	(1) (4)	10.1	11.4	0.511	0.645	77.8	78.8	90.7	105.9
	(1) (4)	11.5	13.5	0.486	0.638	77.4	79.0	90.7	98.3
	(1) (4)	11.0	12.9	0.428	0.528	68.2	74.6	91.5	91.6
	(1) (4)	10.4	12.0	0.446	0.548	63.9	66.1	86.2	117.3
	(1) (4)	10.8	12.0	0.745	0.823	66.1	66.1	94.5	139.2
	(2) (5)	10.3	11.3	0.636	0.692	78.8	85.2	99.9	118.1
	(2) (5)	11.3	12.1	0.581	0.649	78.8	91.6	82.9	104.5
	(2) (5)	10.9	11.9	0.515	0.500	72.4	77.8	82.9	100.2
	(2) (5)	10.9	11.7	0.589	0.673	61.8	59.7	85.4	122.9
	(2) (5)	11.1	12.6	0.727	0.990	55.4	61.8	90.7	139.3
	$\bar{X} \pm S$ n = 10	10.83 ± 0.44 12.14 ± 0.68 t5.08 > t _{0.01} 2.88		0.5653 ± 0.1107 0.6686 ± 0.1461 t0.77 < t _{0.05} 2.1		70.06 ± 8.24 74.07 ± 10.41		89.54 ± 5.33 113.73 ± 16.58 t4.43 > t _{0.01} 2.88	
岩 黄 土	(1) (4)	10.8	13.3	0.734	0.891	134.4	159.8	101.9	94.5
	(1) (4)	11.4	11.7	0.625	0.727	117.2	106.2	89.2	94.5
	(1) (4)	10.7	11.5	0.543	0.689	95.9	106.5	94.2	89.0
	(1) (4)	11.0	12.2	0.772	0.715	78.8	59.0	101.4	130.0
	(1) (4)	11.2	12.1	0.769	0.986	85.2	91.6	105.2	122.6
	(2) (5)	10.4	13.7	0.647	0.823	140.0	147.0	112.2	171.5
	(2) (5)	11.5	13.7	0.572	0.719	117.2	129.9	104.0	122.6
	(2) (5)	10.7	11.6	0.600	0.647	93.8	89.5	89.9	105.3
	(2) (5)	10.5	13.0	0.710	0.756	93.8	80.8	99.9	128.7
	(2) (5)	11.5	12.5	0.769	1.070	78.8	93.7	109.0	139.3
	$\bar{X} \pm S$ n = 10	10.97 ± 0.41 12.53 ± 0.84 t5.24 > t _{0.01} 2.88		0.6741 ± 0.0999 0.8023 ± 0.1386 t2.47 < t _{0.05} 2.1		103.51 ± 22.26 106.4 ± 30.94		100.69 ± 7.64 119.8 ± 25.14 t2.29 > t _{0.05} 2.1	

参 考 文 献

- [1] 鲁如坤, 时正元, 农田养分再循环研究 II, 某些有机物料养分的有效系数, 土壤, 1993, 25(6): 289.
- [2] 许松林, 不同水分状况农田的土壤有机质和氮素养分特点, 湖北农业科学, 1986, (12): 11.