

大力飞播草灌 促进良性循环

——吴旗飞播沙打旺草地9年效果分析

梁一民 李代琼 从心海 汪有科

(中国科学院西北水土保持研究所)

今年8月上旬,在延安召开的北方旱地农业工作会议上,胡耀邦总书记号召大量种草种树,来它个“反弹琵琶”;并多次提到沙打旺,勉励用飞机播种。这对我国北方地区、甚至对全国各地的农业改革,都是个大爆炸。

要大量种草种树,首先要思想解放,“反弹琵琶”。本文根据对吴旗飞播沙打旺、酸刺等草灌9年效果的现场调查资料,介绍一些有关的具体问题。

一、飞播沙打旺草地的现状

1975—1979年,在黄土高原半干旱区的吴旗县飞播沙打旺试验成功后,中央农牧渔业部畜牧局从1979年起,在全国开展了较大规模的飞播牧草(包括沙打旺)生产性试验。北方各省飞播实践进一步证明,在年降雨量380毫米以上的黄土区和退化、沙化草地,飞机播种沙打旺是可行的,成功的。1980—1983年畜牧局在吴旗又连续飞播沙打旺10万亩。目前,这些飞播的沙打旺长势很好,枝叶繁茂,一眼望去,起伏的荒山秃岭披上了绿装。在地广人稀的地区,大面积飞播沙打旺,无疑是迅速绿化荒山荒沟,控制水土流失,改良退化、沙化草地,提高土地生产力,促进农林牧副全面发展,逐步实现良性循环的有效措施。

在吴旗县飞播试验区,由于沙打旺密度较大,飞播后第3—5年中茂密的沙打旺使原有荒山植被的大多数草类受到严重压制,不能正常生长发育,甚至死亡。同时,沙打旺产草量高,蒸腾耗水量大,致使5—6米土层内土壤水分严重亏缺,加之沙打旺仅能生长5—10年,在我国北方不少地区结实困难,不能天然更新。因此,沙打旺衰败后,天然草类能否恢复?土壤水分能否满足其它植物(包括农作物)生长的需要?怎样解决沙打旺衰败后的植被更新问题?曾引起了普遍关注。

为此,自1980年以来,我们对飞播沙打旺草地的密度、产量、土壤水分和植被动态作了连续观测,对王洼子播区酸刺和沙打旺混交效果进行了调查、研究。

二、试验观测结果及分析

1、飞播沙打旺草地植被动态

飞播沙打旺密度达到每亩1万株以上时,第二年即可形成茂密、郁闭的草地,第三

第四年生长最旺盛。不同密度的沙打旺草地，伴生的天然植被变化不同。据调查，沙打旺密度超过100株/平方米，第三第四年原天然植被大部分草类被抑制，不能正常生长发育，甚至死亡，仅有阿尔泰紫菀等个别植株残存。沙打旺密度过大，竞争结果，亦不断自然稀疏，至第五年最大密度一般不超过50株/平方米，于是天然草类开始恢复。若沙打旺密度不超过15株/平方米时，天然植被的大多数草种均可正常生长发育；沙打旺密度为5株/平方米以下，则对天然植被无不利影响，构成沙打旺与天然草类混生的复层草本群落，而且有些种，如大针茅、无茎委陵菜等比在荒山植被中生长更好。沙打旺生长七八年，开始衰败（在沟坡5年即衰败，过牧也引起早衰），密度大幅度减小，根开始腐烂，长势差，产草量低。据1983年9—10月调查，8—9年生已衰败的沙打旺草地中，天然草类生长良好，植物种数恢复到9—13种，盖度12—50%，产草量多为0.3—0.5斤/平方米（表1）。其中阿尔泰紫菀、厚穗蕨草、本氏针茅、荇草、猪毛蒿、无

表 1 白石咀飞播区衰败沙打旺草地的天然植被恢复情况

样方号	坡 向	沙 打 旺			天 然 植 被			
		1平方米株数	株 高 (厘米)	鲜草产量 (斤/平方米)	优 势 种	覆盖度 (%)	植物种数	鲜草产量 (斤/平方米)
1	南	1	24	0.05	阿尔泰紫菀 本氏针茅	43	9	0.35
4	南	21	37	0.9	厚穗蕨草 本氏针茅	25	11	0.35
8	西 北	8	74	1.0	本氏针茅 猪毛蒿	10	10	0.25
10	西 北	17	50	1.2	厚穗蕨草 荇草 阿尔泰紫菀	25	10	0.4
13	西 北	23	67	1.3	阿尔泰紫菀 本氏针茅	30	8	0.6
15	东 北	6	26	1.1	本氏针茅 荇草	22	9	0.2
17	东 北	7	57	1.1	阿尔泰紫菀 本氏针茅	15	10	0.3
18	东 北	13	46	1.0	本氏针茅 猪毛蒿	24	9	0.3
24	北	8	71	1.1	阿尔泰紫菀 无茎委陵菜	28	13	0.4
25	西 北	完全衰败			厚穗蕨草 阿尔泰紫菀	50	9	0.5
30	西 北	封禁8年的荒山			地椒 本氏针茅 无茎委陵菜	35	13	0.3
33	西 北	封禁8年的荒山			地椒 无茎委陵菜	30	12	0.2
34	东 北	封禁8年的荒山			本氏针茅 地椒	38	21	0.3
35	东 北	封禁8年的荒山			本氏针茅 地椒	35	18	0.3

注：1983年9月13日调查，因本年比较干旱，4—9月降雨量为244.2毫米，产草量较常年低。

茎委陵菜等生长发育尤好，比生长在封禁 8 年的荒山植被中的同种植株更好。同时同地封禁 8 年的荒山植被产草量一般为 0.25—0.4 斤/平方米。可见，沙打旺衰败后，天然草类可以很快恢复，比同期封禁多年荒山草地的效果还好，是良好的天然放牧草地。如果飞播沙打旺用以改良牧场，各地应根据水分条件确定适宜密度（1,000—3,000 株/亩），这不仅可保证沙打旺获得较高产量，而且可使天然草群生长良好。

2、飞播沙打旺草地土壤水分动态

飞播沙打旺草地中，天然植被的变化在很大程度上决定于土壤水分的变化。

由于沙打旺产量高，蒸腾耗水量相对较大。据实测，吴旗飞播区 7 年生沙打旺草地，2—7 年的总产量（干重）为 4,179.7 斤/亩，6 年蒸腾耗水总量为 1,659 毫米，分别为同期封禁的荒山植被 6 年总产量和总蒸腾耗水量的 7.7 倍和 6.2 倍。而沙打旺草地总耗水量（指蒸发、蒸腾和径流总和）仅为荒山植被的 1.4 倍。可见，沙打旺草地较荒山植被能有效地减少径流和蒸发所消耗的水分，而使较多的降水变成有效水，大幅度提高其产量。沙打旺草地除较好地利用当年降雨外，还靠根系不断向下延伸，吸收较深土层的储水。吴旗飞播区荒山半阴坡 1.2 米以内土壤水分含量一般为 6.3—17%，为田间持水量的 26.8—72%，1.2 米以下一般为 9.2—12.65%。而沙打旺草地中，根系所达土层深度的含水量均降为 4—5%。5 年生沙打旺根深可达 6.4 米，使 5 米以内土层水分严重亏缺。在生长旺盛的沙打旺草地中，每次降雨后雨水渗入深度一般为 30—80 厘米（荒山植被可达 110 厘米），这些补偿的水分很快可被蒸腾和蒸发所消耗。人工苜蓿草地同样存在这种情况。在半干旱、干旱地区，所有农、林、草地都存在土壤水分亏缺问题，致使其生长和产量受到限制。沙打旺从播种到衰败的 5—10 年中，可充分利用降雨和土壤水分资源，减少径流和蒸发，从而连续多年获得较高产草量，这正是提倡大力种草种树的积极意义。

随着沙打旺的衰败，其土壤水分逐渐得以恢复。据 1983 年 10 月测定，9 年生衰败沙打旺草地 60 厘米内水分补偿超过荒山植被（表 2）。这是沙打旺根系腐烂后，土壤结构发生变化的结果。

1981 年 4 月，我们把 5 年生沙打旺草地翻耕后当年种了糜、谷。翻耕前 3 米以内土层含水量为 4.16—5.61%。仅靠当年降雨，糜子平均亩产达 272 斤，为对照坡耕地的 2 倍多。当然这主要是沙打旺固氮改土的效果。事实证明，种过多年沙打旺而土壤水分严重亏缺的地，翻耕后其水分条件不仅不会限制农作物的生长，而且可满足较高产量的要求。糜子收获后，9 月 10 日测定，1 米以内土壤水分还得到较好补偿（表 2）。据吴旗县气象站资料，铁边城 1981 年降雨量较常年偏高，全年降水量为 474.4 毫米。4 月 1 日至 9 月 10 日降雨量为 402.6 毫米。

3、酸刺、沙打旺混交试验结果

为解决大面积飞播沙打旺衰败后的植被更新问题，1977 和 1978 年飞播中均进行了沙打旺、酸刺复播试验，即在飞播沙打旺的播带重复飞播酸刺，使之混交（因二者种子大小不一，不宜混播）。

王洼子播区原设计了 4 带沙打旺、酸刺复播，因播带设计为 70 米，而实际播幅仅 40 米左右，所以飞播沙打旺出现了一些漏播。在复播酸刺时，则主要播于沙打旺漏播带。于

表 2 沙打旺草地衰败后土壤水分恢复情况

测 定 日 期		1981年9月10日		1983年10月19日	
土层深度 (厘米)	田间干土持水量 (%)	干土壤水分 (%)		干土壤水分 (%)	
		翻耕 5 年生沙打旺、糜子后茬地	农地 (豌豆地)	9 年生衰败沙打旺地	荒 山
0—20	19.7	13.46	13.00	18.10	14.88
20—40	19.1	13.08	12.75	13.62	12.82
40—60	20.6	11.70	12.73	7.15	5.90
60—80	22.2	10.35	12.54	4.48	5.29
80—100	21.9	8.55	12.65	4.86	5.02
100—120	23.6	6.57	11.70	4.72	5.71

是形成了沙打旺、酸刺间播，而各带间又有重复。成草成林后，出现了如下几种情况：

(1) 酸刺漏播带为纯沙打旺草带；(2) 沙打旺漏播带形成了纯酸刺灌木林；(3) 相互交叉的地带，沙打旺密度大，混生的酸刺不能正常生长；(4) 沙打旺密度小的混交地段，二者均生长发育良好。飞播第三年开始形成了生长茂盛的沙打旺、酸刺带状混交景观。

该复播试验中，沙打旺成苗效果较差，平均每亩2,000株左右，其中每亩1万株以上的约占成草面积的10.2%。据1980年10月4日调查，沙打旺最大密度为28株/平方米，其中部分天然草类可正常生长，但沙打旺密度为13株/平方米时，酸刺即明显受抑制。生长低矮，叶枯黄，在沙打旺草层内的即使较高的酸刺植株，叶均提早枯黄、脱落；沙打旺密度为3株/平方米，酸刺、沙打旺均生长茁壮，其根系也相互交错，发育良好。据1983年9月调查，7年生沙打旺密度在3株/平方米以上，酸刺即明显受抑制(表3)可见，当酸刺与沙打旺复播时，由于酸刺前二三年生长较慢，沙打旺竞争力强，郁闭度大，所以沙打旺密度稍大，酸刺生长即受抑制；而在沙打旺密度小的情况下，二者可形成良好混交关系。因此，如实行酸刺与沙打旺全面混交，沙打旺密度要小，这样就不能得到沙打旺的最高产量和发挥最大的生态效益；而且二者混生，妨碍沙打旺刈割，收获不便。因此，我们认为酸刺、沙打旺带状间播是一种比较理想的草、灌混交形式。

如前所述，单纯飞播沙打旺，衰败后天然草类能很快恢复，仍是良好的牧地；在一些比较平缓，适宜作农地的地段，沙打旺衰败后也可翻耕作农地，连续多年获得高产，不会为土地利用带来不良后果。只是当沙打旺衰败后，因深层土中水分严重亏缺，继续种沙打旺将生长不良。对黄土高原大部分地区来说，除大面积种草外，也应该有相当比例的较稳定的灌、乔林地。在飞播种草造林中，实行酸刺、沙打旺带状间播，就可一次营造比例适当的草地和灌木林地。这样飞播后，从第二三年起，沙打旺即可形成茂密的草带，开始产生经济和生态效益，充分发挥其见效快的特点。在此期间，沙打旺草带还可起到保护酸刺幼林的作用。5—8年后，随着沙打旺衰败，酸刺已渐成林，还可向完全衰败的沙打旺带串根萌生，最后发展成较稳定的酸刺灌木林。酸刺是良好的薪炭林、水土保持林树种。在二者带状混交期间，2—7年生沙打旺，每亩每年可产鲜草1,000—

表 8

7 年生沙打旺不同密度中酸刺生长情况

(1983年9月30日调查)

1平方米内 沙打旺株数	酸 刺 生 长 情 况					
	株 数	株高 (厘米)	地径 (厘米)	冠幅 (厘米)	地上部分 鲜重(斤/株)	生 长 势
0	1	203	6.2	169×188	11.9	优
0	2	208	3.3	184×166	4	优
		292	4.7	134×173	4.7	
0	4	112—265	1.7—3.2	47×56 / 129×134	0.65—2.1	优
3	1	158	2.5	107×121	1.6	良
4	1	108	2	80×84	0.6	较弱
6	1	114	1.8	56×57	0.9	较弱
9	2	84	1.1	20×22	0.25	(其中 1 株枯死) 弱
12	2	50—84	0.6—1.2	42×36 / 15×14	0.15—0.2	
18	3	104—115	1.1—1.5	11×16 / 11×50	0.1—0.2	弱
18	1	88	0.9	26×14		枯死

3,800斤, 为发展畜牧业和农业提供大量优质饲草和绿肥, 5—7年生酸刺每亩可产柴 1,000—3,000斤。沙打旺衰败后, 除原沙打旺带有茂密的天然草类外, 因酸刺具根瘤也能固氮改土, 酸刺灌丛中草层更加茂密, 同样是良好的牧场。据调查, 王洼子飞播区 7 年生酸刺林下草群亩产鲜草可达 300—400 斤, 加上酸刺林下枯枝落叶较多, 可较好地发挥水土保持效益。因此, 实行酸刺、沙打旺带状混交, 可使近期和长远利益较好地结合起来, 更好地同时解决“三料”和发挥水土保持作用。另外还可更好地利用各类型土地, 提高飞播成草成林面积。如单播沙打旺, 在红胶土出露的沟坡, 生长差, 寿命短, 而在这些地方酸刺生长茂盛, 成林快; 又如单播酸刺等灌木, 一般成林面积仅占飞播有效面积的 30—50%, 而飞播沙打旺一般成草面积率可达 50—80%。目前沙打旺种源较缺, 限制了播种面积, 而酸刺种源丰富, 未被充分利用。实行草、灌间播, 种源丰富了, 可扩大飞播面积。例如有飞播 1 万亩的沙打旺种子, 实行草、灌带状混交, 飞播面积就可扩大 1 倍, 而且获得比单播沙打旺更长远的效果。在黄土高原水土流失严重的森林草原区, 酸刺发展后, 在适宜地段还可为营造青杨、油松等乔木林创造良好条件, 使草、灌、乔有机结合起来。

据 1983 年 10 月调查, 吴旗县飞播试验区 6—8 年生酸刺已开始向衰败的沙打旺草地中串根, 生出大量根蘖苗 (表 4)。调查表明, 酸刺自三四年开始根蘖繁殖, 酸刺密度越小, 产生根蘖苗越早、越多, 这也与土壤水分有关。吴旗飞播区 5—7 年生酸刺根深

亦达4.5—5米，使根系所达土层的水分降至4—6%。另外，酸刺还有水平根，多分布在10—60厘米土层中，当酸刺密度过大时，上层土壤水分条件较差，不利于根蘖苗的产生和生长。同样，在沙打旺没有完全衰败的情况下，周围的酸刺很少向其中串根，产生根蘖苗。沙打旺一旦衰败，根很快腐烂，上层土壤水分得到较好的补偿，酸刺根蘖苗即可大量产生。实行酸刺、沙打旺带状混交，沙打旺衰败后，在酸刺不断进行根蘖繁殖过程中，衰败沙打旺带的土壤水分逐渐得到补偿，为酸刺的根蘖繁殖和逐渐发展的酸刺林提供较好的水分条件。

表 4 酸刺向衰败沙打旺地串根情况 (1983年10月调查)

样 地	酸刺生长年限	沙打旺衰败年限	酸刺根蘖苗数	酸刺串根面积(平方米)	备 注
人工撒播试验地	8	1	10	2.0	荒山梁岭阴坡
"	8	1	62	20.0	沙打旺衰败后，整地串根好
"	8	1	57	24.0	荒山梁岭阴坡
"	8	1	5	6.0	"
三谷窑飞播区	6	1	9	12.6	梁岭西向坡，山桃林
"	6	1	19	11.8	"
"	6	1	13	8.4	"

三、结 语

吴旗飞播试验证明，飞播沙打旺草地连续生长8—9年，有效地利用了降雨和土层中储水，大幅度提高了绿色生物量，而且最后还促进了天然草类生长，其土壤水分也不会影响以后的土地利用，并使土壤更加肥沃。酸刺、沙打旺带状混交是较单纯飞播沙打旺更优越的飞播植被类型，它使大面积飞播沙打旺有了更加稳定和广阔的前途。

根据吴旗飞播效果，在年降雨量380毫米以上的黄土区飞播沙打旺、酸刺、柠条，一般可获得较好效果，应实行草、灌带状混交。在更广大的黄土区，退化草原、沙化草原区，还可实行柠条、沙打旺带状混交。

目前，黄土高原森林草原区的大部分地区植被稀少，水土流失严重，直接飞播乔木树种效果不好，见效慢，而飞播草、灌不仅易获成功，且见效快。在黄土高原灌丛草原和部分草原区，沙打旺、酸刺、柠条更是适宜飞播的主要草树种。

为加速黄土高原种草造林，我们认为，自然条件适宜，人口密度在每平方公里50人以下的地区，只要固定一定比例的农地（20%以下），即可全面的大面积飞播草灌。

在飞播实行沙打旺、酸刺（或柠条）带状间播时，各地可根据立地条件和飞播的主要目的确定适当的草、灌比例，如一带草、一带灌或两带草、一带灌等。飞播作业时，两架飞机比较方便，一架播沙打旺，一架播酸刺（或柠条）；如果一架飞机作业，则应按酸刺、沙打旺、柠条的顺序播种。