

塿土旱地土壤硝态氮季节性变化与 夏季休闲的培肥增产作用*

彭琳 彭祥林 卢宗藩

(中国科学院西北水土保持研究所)

黄土高原广大产麦地区在夏作物如小麦、豌豆、扁豆等收获后,进行夏季休闲,伏耕晒垡,以保证其后作小麦丰产稳产。此项耕作措施是农民在长期生产实践中创造出来的一种保持土壤肥力的宝贵经验。二千多年前,汜勝之^[1]在关中地区教导农业时曾对这些宝贵经验进行过总结。新中国成立后,一些农业科技工作者^[2-17]就此经验曾在陕西、甘肃、宁夏、内蒙、山西等地进行试验研究与调查总结。有些地区或者因为夏粮欠收,大搞以秋补夏,夏作物收后复种秋作物;或者为了多生产粮食,盲目扩大复种指数。二者均挤掉了夏季休闲。各地农业生产领导部门和农业科技工作者对此意见分歧,并进行广泛讨论。本文从塿土旱地土壤中硝态氮季节性变化出发,阐明夏季休闲的培肥增产作用以及提高夏季休闲效果的途径。可供黄土高原主要是塿土旱作地区进行耕作改制时参考。

一、供试土壤与研究方法

试验地点位于陕西省武功县张家岗村东北300米头道原(即渭河三级阶地)塿土上。地下水埋藏较深,试验地为未灌溉的旱地。

供试土壤的农化性质例于表1。

田间试验:小区面积为0.1亩,12次重复,每亩施优质厩肥2000斤,骨粉50斤。

盆栽试验:土壤取自田间试验地旁农田耕层,每盆栽土25公斤。施肥处理,每公斤土施N 0.1克, P 0.5克,肥料与全盆土壤混匀施入。

定位测定:选定夏闲一小麦地与玉米一小麦地进行定期采土测定 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量,每月采取0—115厘米土样,每季采取0—400厘米土样。同时,按作物发育期采取植株样,测定其中全氮含量。

化学分析:土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 用酚二磺酸法;土壤中水解氮用丘林法;土壤、植株中全氮用K氏法测定。

二、结果和讨论

(一) 夏闲一小麦地土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 季节性变化

按照土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累、运行与消长(图1—2)以及作物对氮的吸收(图3),可将全

* 本项工作在朱显谟教授指导下进行。

表 1 壤土农化性质

Table 1 The basic properties of manured loessial soil

发生层 Genetic horizon (in order)	深度 Depth (cm)	有机质 O. M. %	全氮 Total N %	全磷 Total P ₂ O ₅ %	全钾 Total K ₂ O %	有效氮 Available N* (ppm)	有效磷 Available P** (ppm)	CaCO ₃ %	质地 Texture
耕作层 ₁ Cultivated horizon ₁	0—15	1.06	0.080	0.13	2.74	20.1	8.8	6.4	中壤 Medium loam
耕作层 ₂ Cultivated horizon ₂	15—30	0.98	—	0.13	2.85	26.6	5.0	—	中壤 Medium loam
犁底层 Plowpan	30—40	0.64	0.076	0.12	2.84	9.4	3.8	5.6	中壤 Medium loam
老表土 Buried soil surface	40—57	0.59	0.069	0.08	2.83	7.9	3.0	0.5	中壤稍粘 Medium loam with slight clay
粘化层 Argillic horizon	57—115	0.72	0.066	0.09	3.06	1.4	2.8	0.3	重壤 Heavy loam
过渡层 Transitional horizon	115—125	0.64	0.036	0.08	2.98	4.3	3.5	13.4	中壤稍粘 Medium loam with slight clay
钙积层 ₁ Calcic horizon ₁	125—150	0.48	0.033	0.12	2.47	7.5	3.5	15.7	中壤 Medium loam
钙积层 ₂ Calcic horizon ₂	150—200	0.35	0.025	0.12	2.48	3.9	1.5	14.9	中壤 Medium loam
钙积层 ₃ Calcic horizon ₃	200—250	0.44	0.019	0.13	2.50	1.5	1.0	14.4	中壤 Medium loam
钙积层 ₄ Calcic horizon ₄	250—300	0.38	0.018	0.13	2.69	5.0	2.3	14.6	中壤 Medium loam
母质层 ₁ Parent material ₁	300—350	0.42	0.027	0.14	2.72	5.2	5.3	11.1	轻壤 Light loam
母质层 ₂ Parent material ₂	350—400	0.44	0.016	0.13	2.92	7.6	8.0	10.8	轻壤 Light loam

注: 1. *有效氮用 20% NaCl 浸提, **有效磷用 0.5M NaHCO₃ 浸提; 2. 余存祖、蔡鸣钧、刘野红、王志忠、王昕参加部分分析工作。

Note: * Available N was extracted by 20% NaCl, ** Available P was extracted by 0.5 NaHCO₃.

2. 秋季硝态氮下渗期。本期由 8 月下旬至 10 月上旬。气温较高, 雨量较多, 在试验年份内, 本期降雨量比前期多 2/3 以上, 土壤氮素仍继续不断进行硝化, 同时, 由于进入土壤的雨水增多, 土壤水分不断向下运行, 耕层土壤中积累的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 亦逐渐下渗, 并在土壤剖面上形成一个硝酸盐富集层, 其分布曲线近似常态曲线(图 2-e), 在硝酸盐下渗过程中, 曲线的峰顶亦随之下移。有时在峰值高、层次厚的硝酸盐富集层上部形成一个峰值较低、层次较薄的另一硝酸盐富集层(图 2-f), 后者存在时间较短, 在硝酸盐不断下渗过程中逐渐消失。

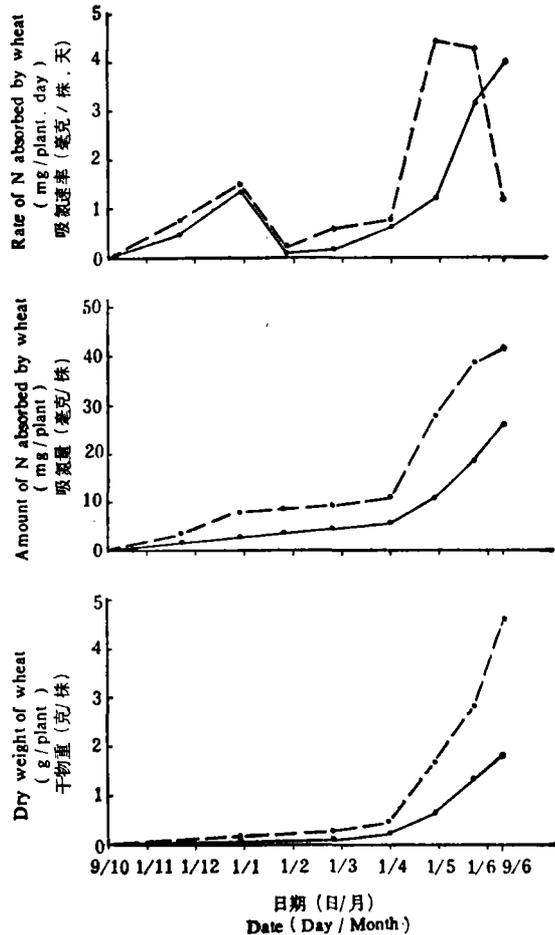
由于各年降雨量不等, 土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 移动距离亦各异(表 2), 一般为 1.0—1.5 米, 部分达到 2 米。2—3 毫米降雨量可使土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗 1 厘米, 接近于 Drouneau^[18] 所得结果。夏闲期降雨量(x)与土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗深度(y)的回归方程为:

$$y = 3.86x$$

本方程的回归系数高于 Wetslear^[19] 所得结果。土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下移距离往往小于土壤水分下渗深度。例如, 试验年份的降水下渗深度多在 2 米以下, 而同期土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗深度一般只 1.0—1.5 米, 很少达到 2 米, 这可能由于土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 向下的移动, 主要是土壤溶液中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 逐渐稀释扩散, 呈梯度逐步向下延伸, 并不完全与水分同行。

通过夏季休闲, 前茬为小麦的夏闲地每亩积累的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量为 2.36—3.25 斤, 前茬为豌豆的夏闲地为 6.60 斤(表 2)。

3. 晚秋初冬氮素供求平衡期。本期由 10 月上旬至 1 月上旬。从本期开始, 地面已有作物生长。土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 变化主要受作物生长的影响。夏季休闲后种植的小麦为歇茬麦, 歇茬麦的氮素营养在不同发育期各不相同。吸氮曲线在三叶期至越冬前(10 月 15 日至 12 月 27 日)与拔节至乳熟期(3 月 30 日至 5 月 22 日)形成两个陡坡, 后者坡度比前者陡峻。在越冬前至拔节初(12 月 27 日至 3 月 30 日)和乳熟至成熟期(5 月 22 日至 6 月 9 日)出现两个缓坡。吸氮速率曲线则出现两个高峰, 第一个高峰在分蘖期(12 月), 第二个高峰在拔节、抽穗期(4 月)。后者峰顶高于前者。形成“马鞍形”曲线。



—歇茬麦 Winter wheat after summer fallow
—回茬麦 Winter wheat after autumn crop

图 3 小麦植株不同生育期干物质积累量、吸氮量与吸氮速率

Fig. 3 Accumulation of dry matter, amount and rate of N absorbed by wheat in various growing stages

表 2 夏季休闲期土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗深度与积累量(定位测定)Table 2 Leaching depth and accumulated amount of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ in summer fallow period

夏季休闲地 Field of summer fallow	土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗深度 Leaching depth of soil $\text{NO}_3\text{-N}$			土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累量 Accumulated amount of soil $\text{NO}_3\text{-N}$		
	夏闲期降雨量 (毫米) Rainfall in summer fallow (mm)	土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗深度 (毫米) Leaching depth of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ (mm)	比 值 降雨量/ 下渗深度 Ratio of rain- fall/leaching depth	夏季开始时土壤 中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量 (斤/亩) Amount of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ at the begining of summer fallow (jin/mu)	夏季终止时土壤 中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量 (斤/亩) Amount of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ at the end of summer fallow (jin/mu)	夏闲期土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累量 (斤/亩) Accumulated amount of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ in sum- mer fallow pe- riod (jin/mu)
小麦茬地, Winter wheat field ₁	332.1	1150	0.289	2.97	5.33	2.36
小麦茬地, Winter wheat field ₂	304.2	1500	0.203	1.37	4.62	3.25
小麦茬地, Winter wheat field ₃	422.8	1500	0.282	1.05	3.69	2.64
平 均 Average	353.0	1383	0.255	1.80	4.55	2.75
豌豆茬地 Pea field	422.8	2000	0.211	1.64	8.24	6.60

注: 所有的土壤样品均是在小麦或豌豆收获后采取的。

Note: Soil samples were all collected after harvest of wheat or pea.

本期正值歇茬麦吸氮曲线处于第一个陡坡, 吸氮速率曲线呈现第一个高峰。每株小麦每天从土壤中吸取氮量为 0.144 毫克, 小麦摄取的氮量每亩为 2.1—2.2 斤。夏闲期积累的氮量可满足小麦对氮的需要, 因而土壤氮素供求平衡。由于苗期氮素营养充足, 麦苗生长茁壮, 为歇茬麦丰产稳产打下良好基础。

4. 严冬早春氮素供求矛盾缓和期。本期由 1 月中旬至 3 月中旬。小麦处于吸氮曲线的缓坡, 吸氮速率曲线的低谷。每株小麦每天吸氮量为 0.013—0.068 毫克, 为氮素供求平衡期的 1/10—1/2, 本期小麦摄取氮量每亩为 0.8—1.0 斤。夏闲期积累的氮量尚能满足小麦对氮的需要, 有些年份土壤氮素供求出现矛盾, 不过此时小麦吸氮速率低, 矛盾尚属缓和。

5. 暮春初夏氮素供求矛盾尖锐期。本期由 3 月下旬至 6 月上旬。小麦处于拔节至成熟阶段, 营养生长与生殖生长均十分旺盛, 吸氮曲线位于第二个陡坡, 吸氮速率曲线呈现第二个高峰, 每株小麦平均每天吸氮量为 0.445 毫克, 本期小麦摄取氮量每亩为 3.1—6.6 斤。夏闲期积累的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 已利用殆尽, 土壤全层 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量大多在 0.5ppm 以下, 很少超过 1.0ppm。土壤氮素供求矛盾十分尖锐。此时若能及时施用氮素化肥以减缓土壤氮素供求矛盾, 对促进歇茬麦的产量达到更高水平将有十分重要作用。

(二) 玉米—小麦地土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 季节性变化

玉米—小麦地因经常有作物生长, 土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 季节性变化不如夏闲—小麦地明显。按照生长的作物不同, 将全年分为两个时期, 即玉米生长期 (6 月中旬至 10 月上旬) 与小麦生长期 (10 月中旬至 6 月上旬), 参看图 3、4。

291.6%) 各占四分之一。有些生长良好的歇茬麦比回茬麦加秋作物产量之和还要高 3.6—28.8%。如果施用充足肥料,则回茬麦与歇茬麦的产量差异可以大大缩小。田间试验结果表明,每亩施用纯羊粪 2,000 斤,骨粉 50 斤,歇茬麦只比回茬麦增产 3.2—16.4%。从大田调查资料来看,回茬麦与秋作物每亩共施厩肥 10,000 至 15,000 斤、化肥 20 斤,二者产量之和可比一般歇茬麦高 16.3—21.6%。盆栽试验也得类似结果(表 3)。在小麦生长期及时灌水,以满足小麦对水分的需要,不施肥处理的歇茬麦比回茬麦籽实产量高 74.1% 和 110.3%,这种差异在一定程度上说明土壤中积累养分的差异,因为在盆栽试验条件下,及时给小麦供给充足水分,从而消除了夏季休闲与种植作物在土壤水分方面的差别。当施入充足氮、磷肥料时,回茬麦籽实产量与施用等量化肥的歇茬麦相近。小麦秸秆产量表现同样趋势(表 3, 照片 1)。大田调查也得到类似结果(照片 2)。

表 3 施肥与不施肥的回茬麦与歇茬麦产量比较(盆栽试验)

Table 3 The effect of fertilization on the yield of winter wheat after summer fallow and after autumn crop (pot experiment)

作物部位 Part of crop	作物* Crop*	不 施 肥 Non-fertilization				施 氮 磷 肥* Fertilization*			
		第一次试验 1st experi- ment	第二次试验 2nd experi- ment	平 均 Average	比 值 %	第一次试验 1st experi- ment	第二次试验 2nd experi- ment	平 均 Average	比 值 %
籽 实 (克/盆) Grain (g/pot)	I	5.4	6.1	5.8	100.0	51.3	42.1	46.7	100.0
	II	8.8	11.4	10.1	174.1	58.2	47.5	52.9	113.3
	III	10.8	13.6	12.2	210.3	58.8	59.8	59.3	127.0
秸 秆 (克/盆) Straw (g/pot)	I	15.5	12.0	13.8	100.0	128.7	101.9	115.3	100.0
	II	32.2	22.6	27.4	198.6	128.1	111.5	119.8	103.9
	III	33.2	28.5	30.9	223.9	143.2	113.1	128.2	111.2

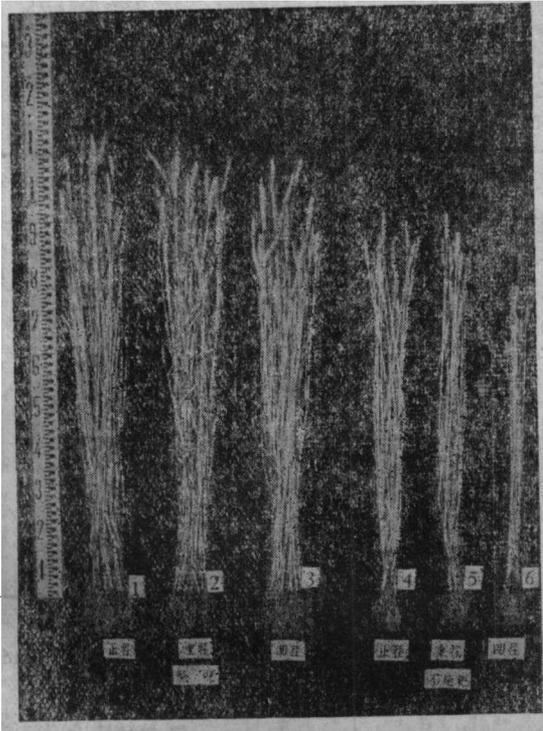
注: 1. I 回茬麦; II 歇茬麦,前茬为小麦; III 歇茬麦,前茬为豌豆。

2. *每公斤土施 N 0.1 克, P 0.5 克。

Note: 1. I Winter wheat after autumn crop II Winter wheat after summer fallow III Winter wheat plant ed after summer fallow preceded by pea.

2. * The rates of N and P applied were 0.1g N/kg soil and 0.5g P/kg soil respectively.

夏季休闲对小麦的增产作用还与夏闲期降雨量有密切关系。田间试验结果(表 4)表明,夏闲期降雨量低于 300 毫米时,夏季休闲作用十分明显,夏闲地的歇茬麦产量不仅比回茬麦增产 83.9%,还比回茬麦加秋作物产量之和 30.2%。差异极显著,超过 0.1% 平准。在农业生产中,这类事例比比皆是。如合阳县马庄公社 1979 年夏闲期干旱,小麦生长期降水较少,1980 年 1000 亩回茬麦平均亩产 75 斤,前茬为小麦的歇茬麦 16,000 亩,平均亩产 212 斤,比回茬麦高 1.8 倍;前茬为豌豆的歇茬麦 4,000 亩,平均亩产为 321 斤,比回茬麦高 3.3 倍。如果夏闲期雨量充沛,则夏闲作用降低,由表 4 可见,当夏闲期降雨量超过 400 毫米时,歇茬麦只比回茬麦增产 10.6%,而比回茬麦与秋作物产量之和低 16.8%,差异均达极显著平准。



试验处理: 自左至右

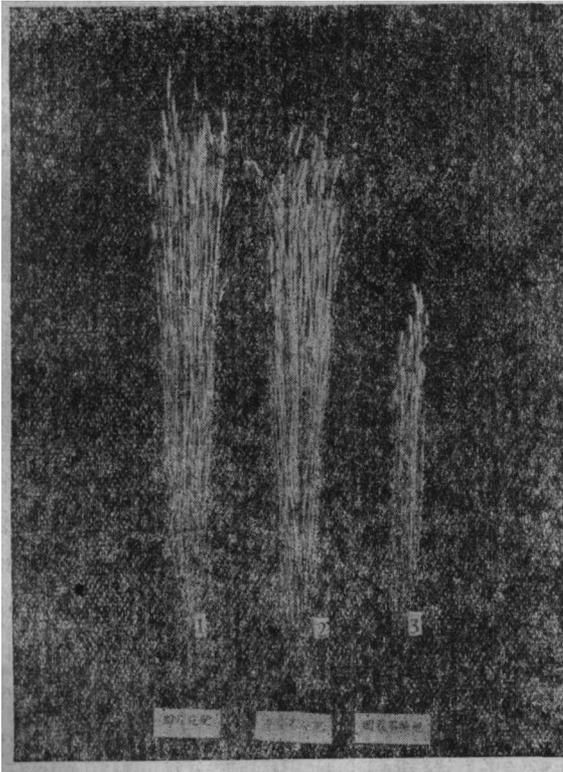
1. 歇茬麦 II (施肥);
2. 歇茬麦 I (施肥);
3. 回茬麦 (施肥)
4. 歇茬麦 II (不施肥);
5. 歇茬麦 I (不施肥);
6. 回茬麦 (不施肥)。

Experimental treatments: (from left to right)

1. Winter wheat after summer fallow (manured),
2. Winter wheat after summer fallow (manured),
3. Winter wheat rotated with autumn crop (manured),
4. Winter wheat after summer fallow (unmanured),
5. Winter wheat after summer fallow (unmanured),
6. Winter wheat rotated with autumn crop (unmanured).

照片 1 回茬麦与歇茬麦施肥与不施肥生长状况(盆栽试验)

Figure 1 Effect of manuring on the growth of winter wheat after summer fallow and rotated with autumn crop (pot experiment)



试验处理: 自左至右

1. 回茬麦 (施肥);
2. 歇茬麦 (不施肥);
3. 回茬麦 (不施肥)。

Experimental treatments: (from left to right)

1. Winter wheat rotated with autumn crop (manured),
2. Winter wheat after summer fallow (unmanured),
3. Winter wheat rotated with autumn crop (unmanured).

照片 2 回茬麦施肥、不施肥与歇茬麦不施肥比较

Figure 2 Effect of manuring on the growth of winter wheat after summer fallow and rotated with autumn crop

表 4 夏闲期不同降雨量对作物产量的影响 (田间试验)

Table 4 The effect of rainfall in summer fallow period on crop yield (field experiment)

夏闲期降雨情况 Rainfall in summer fallow period	作 物 Crop*	作物籽实产量 (斤/亩) Grain yield (jin/mu)			平均数比较 Comparison of the average	
		变幅 Range	平均数 Average	标准差 S. D.	I	II
雨量欠缺 (297.5 毫米) Deficient rainfall (297.5 mm)	歇茬麦 A	472.5—652.5	543.3	47.5	183.9**	130.2**
	回茬麦 B	276.9—318.8	295.4	17.1	100.0	
	回茬麦+秋 作物 C	472.5—601.3	417.2	18.3		100.0
雨量充足 (406.5 毫米) Sufficient rainfall (406.5 mm)	歇茬麦 A	393.1—475.7	417.4	22.7	110.6**	83.2**
	回茬麦 B	281.3—408.8	377.3	34.1	100.0	
	回茬麦+秋 作物 C	410.1—551.6	501.7	36.5		100.0

注: ** 表示超过 1% 或 0.1% 平准, 差异极显著, 各处理小区数均为 12。

Note: * A Winter wheat after summer fallow. B Winter wheat after autumn crop. C Winter wheat + Autumn crop.

** $P < 0.001$ or $P < 0.01$.

(四) 提高夏季休闲培肥增产效果的耕作措施

夏季休闲的培肥增产效果与夏闲期耕作有密切关系。如果耕作不当, 则肥效大减。搞好夏闲耕作主要应掌握: 早、深、细。

1. 耕翻时间要早。耕翻时间应在夏季休闲地土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累期的前期进行, 即在 6 月中旬至 7 月中旬进行耕翻, 以松土晒垡, 促进土壤氮素硝化。若延期至土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累期的后期, 甚至到土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗期才开始耕翻, 则夏季休闲的效果大减。沅胜之总结当时农民对夏闲耕作的经验指出: “五月耕, 一当三; 六月耕, 一当再; 若七月耕, 五不当一”^[1]。农历五月至六月, 正值土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累期的前期, 而七月则进入土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗期或积累期的后期。因此, 有些生产队对夏季休闲地早耕十分重视, 如蒲城县草原大队 1977 年夏收时, 边收、边运、边耕翻, 全队 1,090 亩夏闲地在 6 月 20 日以前全部耕完。据长安县后村调查, 早深耕的小麦亩产 588 斤, 比晚深耕 468 斤增产 25.6%。李鸿恩^[2]的田间试验结果表明, 早深耕比晚深耕增产 8.4—10.3%。

2. 耕翻深度要深。在夏闲地土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累期, 所释放的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 几乎全部累积在 0—30 厘米土层中。故耕翻深度应达 30 厘米, 使该层疏松多孔、通透性能良好、水热条件适宜, 以促进土壤氮素硝化与 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累。深耕地除土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量提高外, 水解性氮也有所增加。据测定, 耕深为 30 厘米的土壤中, 0—15 厘米中的水解氮含量为 65.3ppm, 15—30 厘米为 69.4 ppm; 而耕深 15 厘米则相应为 52.2 和 45.8 ppm, 前者比后者高 25.1% 和 51.5%。据在垡土地地区 192 块地的调查, 深耕 (30 厘米) 地的小麦平均亩产为 453.4 斤, 比一般耕深 (15 厘米) 的小麦平均亩产 346.3 斤增产 30.9%。田间试验结果也与此类似, 深耕 30 厘米的小麦籽实产量为 453.0 斤, 秸秆为 1044 斤; 耕深 15 厘米的对照则相应为 370.2 斤和 685 斤。前者比后者增产 22.4% 和 52.4%, 深耕配合施用厩肥 10,000—20,000 斤, 小麦籽实亩产为 521.0—614.6 斤, 秸秆亩产为 1,218—1,312 斤。较对照增产 40.7—66.0%

和 77.8—91.5%。

3. 耕翻质量要细。夏闲地耕作质量一定要作到地面清洁, 没有杂草, 土壤细碎松软, 墒情良好, 才有利于土壤氮素硝化和积累。杨岫在《知本提纲》中要求耕地作到“耕如象行, 细如叠瓦”。关中有些地区农民用铁铤翻的经验是: 扎立扎深, 踏薄摊平, 铤铤见底, 生(土)熟(土)分开, 纵横成行, 鱼鳞排列, 和墒翻地, 防止浇墒。墒足先翻小麦茬地, 再翻豌豆茬地; 墒欠则先翻豌豆茬地, 再翻小麦茬地。如果耕翻不注意质量, 则夏季培肥增产效果大减。长安县柏坊村翻地质量好的小麦亩产 395 斤, 而质量差的只 178 斤, 仅为前者 45.1%。当进入土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗期的后期, 则应进行多耙细耘, 精细整地, 创造良好耕层构造, 为种好小麦准备条件。

此外, 为了提高夏季休闲效果, 可在土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 积累期种植生长期短的绿肥, 如绿豆、怪麻, 或在麦田套种草木栖, 但占地时间不宜太长, 进入土壤 $\text{NO}_3\text{-N}$ 下渗期则需要耕翻压入。

三、结论与建议

1. 从旱地土壤中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 季节性变化来看, 夏季休闲的培肥增产作用十分明显。通过夏季休闲, 不仅土壤全层湿度可恢复到田间持水量, 每亩还可积累 $\text{NO}_3\text{-N}$ 2.36—6.60 斤。土壤中积累的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 可满足小麦前期对氮的需要, 为小麦丰产稳产打下良好的基础。夏闲地的歇茬麦一般比秋作物后复种的回茬麦产量高一倍左右, 有些地块比回茬麦与秋作物产量之和还要高。

2. 在旱作条件下, 夏闲期降雨量少于 300 毫米, 每亩施用厩肥不足 5 千斤时, 夏季休闲的培肥增产作用十分明显。在此条件下不宜扩大复种指数, 占用夏季休闲, 盲目扩种回茬麦。不然, 将出现“秋赶夏, 夏赶秋, 两料不如一料收”的恶性循环。如果夏闲期雨量充沛, 降雨量超过 400 毫米, 秋作物与回茬麦施用厩肥量达 10,000—15,000 斤以上, 化肥 20 斤以上, 则可加大复种指数, 种植回茬麦。在水肥充足条件下, 配合采用其它先进技术, 回茬麦赶上和超过歇茬麦产量也是可能的。

3. 为了提高夏季休闲的培肥增产效果, 一定要早耕、深耕、细耕, 并进行精细整地, 配合施用足量有机肥或种植生长期短、耗水少的绿肥。

参 考 文 献

- [1] 氾胜之, 公元前一世纪; 氾胜之书。转引自《氾胜之书今释》, 1956, 科学出版社。
- [2] 甘肃省农业科学院土壤肥料研究所, 1966: 伏耕晒垡在农业生产中的作用。耕作与肥料, 3 期, 48—51 页。
- [3] 甘肃省农林厅农业试验场等, 1957: 甘肃省中部干旱地区抗旱耕作栽培技术调查。西北农业科学, 5 期, 268—273 页。
- [4] 李玉山, 1962: 塿土水分状况与作物生长。土壤学报, 10 卷 3 期, 289—304 页。
- [5] 李鸿恩, 1965: 夏耕晒垡的增产作用。土壤学报, 13 卷 4 期, 404—409 页。
- [6] 李荣堂, 1966: 内蒙地区几种抗旱保墒整地措施。耕作与肥料, 2 期, 9—11 页。
- [7] 沈煜清, 1962: 论夏季休闲。中国农报, 7 期, 1—5 页。
- [8] 定西农业试验站, 1958: 甘肃定西专区干旱地带耕作栽培技术调查。西北农业科学, 5 期, 301—304 页。
- [9] 祈占魁, 1962: 半休闲制是目前旱地小麦稳收的基本栽培制度。山西农业科学, 7 期, 18—19 页。
- [10] 武功县农业技术推广站, 1957: 武功县小麦生产与复种问题。西北农业科学, 5 期, 263—286 页。
- [11] 武功农业学校等, 1962: 介绍一个旱塿农场的生产经验。陕西农业, 7 期, 5—9 页。

- [12] 武笠青, 1961: 陕西关中旱原地区小麦合理倒茬的调查研究。中国农报, 8期, 13—16页。
- [13] 武新生, 1963: 内蒙古西部旱作区的休闲耕作制。中国农报, 6期, 19—24页。
- [14] 柴泉清, 1963: 银川灌区夏茬地伏翻的增产效果。宁夏农业科学通讯, 7期, 1—4页。
- [15] 张冀涛, 1979: 关中旱原小麦稳产丰收的基本经验。陕西农业科技, 8期, 1—3页。
- [16] 龚仁德, 1979: 关于我省小麦生产中的几个技术问题。陕西农业科技, 7期, 9—11页。
- [17] 彭祥林等, 1961: 关中红油土地区的轮作制。土壤学报, 9卷 1—2期。
- [18] Drouineau, G., 1969: 灌溉对土壤剖面肥料元素分布的影响。土壤农化(参考资料), 1977年2期 17—25页。
- [19] Weislear, R., 1962: Nitrate distribution in tropical soils, III Downward movement and accumulation of nitrate in the subsoil. Plant and Soil, 16: 9—31.

THE SEASONAL VARIATION OF SOIL $\text{NO}_3\text{-N}$ AND THE EFFECT OF SUMMER FALLOW ON THE FERTILITY OF MANURED LOESSIAL SOIL

Peng Lin, Peng Xiang-lin and Lu Zong-fan

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica)

Summary

Manured loessial soil (Lou soil) is one of the main cultivated soils in the loess region of Shaanxi and Shanxi provinces of Northwestern China. This paper deals with the seasonal variation of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ and the effect of summer fallow on the fertility of "Lou" soil. Field survey, field experiments and periodical tests of permanent plots were carried out, the results obtained are as follows:

1. In the cropping system of summer fallow-winter wheat, the seasonal regime of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ might be divided into five periods annually, i.e., the periods of accumulation, leaching, equilibrium of supply and requirement, supply-requirement discrepancy, and that of sharp discrepancy of supply-requirement of nitrogen.

2. Soil $\text{NO}_3\text{-N}$ accumulated about 1.18—3.30 kg per mu after summer fallow, and leaching depth of soil $\text{NO}_3\text{-N}$ ranged from 1—2 m below topsoil. The regression equation of leaching depth of $\text{NO}_3\text{-N}$ (Y mm.) and rainfall (X mm.) during the period of summer fallow was $Y = 3.86 X$.

3. Soil $\text{NO}_3\text{-N}$ accumulated after summer fallow could meet the need of nitrogen for the early growing stage of wheat. Thus the accumulated nitrogen provided a foundation for high yield of crop. Yield of winter wheat after summer fallow was 57.5—124.0% (average 85.3%) higher than the yield of winter wheat after autumn crop.

4. In order to promote the favorable effect of summer fallow on soil fertility, attention should be paid on the time, depth and quality of summer ploughing. In addition, it is necessary to apply adequate organic manure or plant quickly growing green manure crops.

5. Under the condition of dry farming, if the rainfall is less than 300 mm in the summer fallow period and the amount of manure is less than 2500 kg per mu, rotation system of wheat and summer fallow is appropriate; if the rainfall is sufficient (more than 400 mm) and the amount of manure is also sufficient (5000—7500 kg per mu), the cropping index may be increased relatively.