

简报

辐照土壤使作物增产及机理研究初报

朱树秀 王佩芝 王燕凌

(新疆农业科学院粮食作物研究所, 乌鲁木齐830000)

魏玉波 黄全生 樊哲儒

(新疆农业科学院原子能应用研究所, 乌鲁木齐830000)

摘要 土壤经 $2.5 \times 10^4 \text{Gy}$ ^{60}Co γ 射线照射后, 冰草的地上部干重增加 86.49%, 茎叶含氮量提高 37.68%。冬小麦株高增加 17.30%, 单株干重增加 49.18%, 穗粒数增加 30.67%, 千粒重提高 15.69%, 产量提高 48.41%。经 ^{15}N 示踪表明, 辐照土壤对冰草的有效养分氮素的供应量(A_N)由未辐照组的 1616.8 mgN/盆增加到 5112.8 mgN/盆, 为原土壤的 3.2 倍。冰草茎叶 ^{15}N 丰度下降了 50.45%, 得到显著稀释。土壤经 γ 射线辐照后, 速效 N、P 和有效 Mn 分别增加了 21.3%、30.8% 和 47.0%, 有机质含量、pH 值、 α 和 β 放射性及土壤中的 N、P、K、Mn 全量值未见变化。

关键词 土壤, γ 辐照, 氮含量, 冬小麦, 冰草

小剂量 γ 射线照射种子或农作物来提高农作物产量和农产品质量的研究已有较多报道^[1,2], 但对土壤辐照灭菌后, 能提高农作物产量及提高土壤营养元素利用至今未见报道。为此于 1988 年至 1989 年在辐照土壤灭菌时, 对冰草和小麦生长、产量和土壤养分的转化及机理方面进行了探讨。

1 材料与方 法

1.1 冰草土壤试验

供试冰草的土壤为壤土, 其中含有机质 2.26%、总氮 0.186%、速效氮 131 ppm、全磷 0.08%、速效磷 8.4 ppm、全钾 1.83%、速效钾 221 ppm; pH 7.92。供试作物为冰草。播前 3 天, 每盆装入 6.5 kg 过筛土, 加 1000 ml 自来水, 湿润后再加入 0.5 kg 干土。其中一组 4 盆用于 ^{60}Co γ 辐照。每盆土壤连续 24 h 接受辐照, 剂量为 $2.5 \times 10^4 \text{Gy}$ ($10.41 \times 10^2 \text{Gy/h}$)。待土壤适合播种时, 耙松表土, 并从每盆中取出约 0.5 kg 湿表土, 接着往盆里洒入 20 ml 5% 的 $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 水溶液, 播入 30 粒冰草种子, 然后铺回原先取出的约 0.5 kg 湿土盖种, 稍加镇压。出苗后定苗至每盆 26 株。 $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 由上海化工研究院提供, ^{15}N 丰度为 10.11%。含氮化合物的 N 同位素组成不同会影响该化合物的含氮量。经计算, 供试丰度的 ^{15}N -硫酸铵含氮量为 21.33%, 合每盆施纯氮 213.3 mg。试验在新疆农科院原子能所盆栽场进行。供试盆钵内径 27 cm, 高 25 cm。

1.2 冬小麦土壤试验

冬小麦土壤试验在本院温室内进行供试盆钵内径 22 cm, 高 15 cm。播前装入 3 kg, 过筛壤土加入 500 ml 自来水, 再加 300 g 干土铺平。其中一组 4 盆土壤用于 ^{60}Co γ 辐照。每盆土壤共接受辐射剂量 $2.5 \times 10^4 \text{Gy}$ 。待适合播种时均匀播入 27 粒种子, 再铺入 700 g 干土。苗长 1 cm 时, 移入 0—6 °C 春化 50 d, 再搬回温室。拔节期间苗留 15 株, 间苗拔出的麦株全部供生长势分析。

新疆维吾尔自治区自然科学基金资助

收稿日期: 1990-11-26

1.3 土壤中营养元素和放射性物质测定

冰草和冬小麦试验各重复处理4次, 随机排列, 处理和对照试样完全采用相同措施管理。冰草收获物和收获后土壤的含N量¹⁵N丰度, 机理研究的灌耕灰漠土(含水量20%)的营养元素含量皆由新疆农科院中心试验室分析。土壤放射性物质用FJ-2600中面积 α 、 β 射线低本底测量仪测量。

2 结果与讨论

2.1 辐照土壤对冰草和冬小麦作物生长、产量及含氮量的影响

土壤辐照对冰草增产量的影响结果示于表1, 地上部茎叶干重比未辐照组增产86.49%, 达极显著水平($P<0.01$); 茎叶含氮量提高37.68%, 达显著水平($P<0.05$); 根干重提高86.27%, 达极显著水平($P<0.01$)。

Tab 1. Effect of yield and nitrogen content of wheatgrass

Treatment (n=4)	Stalk and leaves		Roots Dry weight/g·pot ⁻¹
	Dry weight/g·pot ⁻¹	Nitrogen content/%	
CK	12.03±0.21	1.825±0.142	14.0±3.2
Irradiation	22.43±1.33	2.512±0.217	26.1±5.2
Increase value/%	86.49	37.68	86.27
LSD	10.40	0.69	12.10
LSD _{0.05}	4.00	0.45	6.52
LSD _{0.01}	7.29	0.82	11.89

土壤辐照对冬小麦增产量的影响见表2, 冬小麦籽粒产量比未辐照组的增产48.41%, 达极显著水平($P<0.01$); 单株穗粒数和千粒重分别比未辐照组提高36.67%和15.69%, 皆达极显著水平($P<0.01$)。小麦植株营养体也有较大增长, 收获冬小麦植株营养体干重和拔节期冬小麦株高分别比未辐照组增加64.40%和17.30%, 皆达显著水平($P<0.05$)。拔节期平均单株干重比未辐照组提高49.18%, 达极显著水平($P<0.01$)。可见冬小麦植株在辐照土壤中长得更粗壮, 具有较强抗逆能力。

Tab 2. Effect of growth vigour and nitrogen content of harvests of wheat

Treatment (n=4)	Growth vigour			Harvest		
	Plant height c/m	Dry weight of plant/g	Seed number per ear	Weight of 1000 kernels/g	Seeds yield /g·pot ⁻¹	Dry weight of stalk and leaves /g·pot ⁻¹
CK	35.2±2.3	0.15±0.01	18.8±1.3	37.9±1.9	10.2±0.6	20.6±3.7
Irradiation	41.2±1.9	0.23±0.02	24.5±1.8	43.8±0.9	15.2±1.2	33.8±3.7
Increase value/%	17.30	49.18	30.67	15.69	48.41	64.40
LSD	6.08	0.07	5.75	5.95	4.95	13.25
LSD _{0.05}	3.63	0.02	1.52	1.88	1.04	8.25
LSD _{0.01}	6.62	0.04	2.78	3.11	1.90	15.04

2.2 辐照对土壤氮素及供氮量的影响

冰草收获后, 用质谱仪分析茎叶¹⁵N丰度, 计算冰草茎叶氮来自土壤(Ndfs)和肥料(Ndff)的比例, 进而计算辐照前后供试土壤的供氮量(A_N值), 列于表3。辐照和未辐照土壤种植冰草后氮素变化情况列于表4。表3数据表明, 冰草植株茎叶¹⁵N丰度比未辐照组的下降了50.45%,

Tab 3. Increase of A_N of irradiated soil

Treatment (n = 4)	^{15}N abundance of plant/%	Ndfs	Ndff	A_N value/mg
CK	1.534 ± 0.230	88.02 ± 2.39	11.98 ± 2.39	1617 ± 378
Irradiation	0.760 ± 0.046	95.96 ± 0.47	4.04 ± 0.47	5113 ± 657
Increase value/%	-50.45	9.02	-66.3	216.24
LSD	0.77	7.94	7.94	3496.0
$\text{LSD}_{0.05}$	0.47	4.80	4.80	740.1
$\text{LSD}_{0.01}$	1.04	10.70	10.70	1647.8

Tab 4. Nitrogen content in the soil planting wheatgrass

Treatment (n = 4)	Total N/%			Available N/ppm		
	Before sowing	After planting	Decrease value /%	Before sowing	After planting	Decrease value /%
CK	0.186 ± 0.0	0.174 ± 0.05	6.45	131.3 ± 6.2	112.6 ± 4.5	14.24
Irradiation	0.186 ± 0.0	0.163 ± 0.06	12.37	131.3 ± 6.2	95.4 ± 1.3	27.34
LSD			0.011			17.17
$\text{LSD}_{0.05}$			0.009			14.15
$\text{LSD}_{0.01}$			0.020			31.51

得到显著稀释($P < 0.05$)。冰草从辐照土壤中吸收的氮量比未辐照组的提高 9.02%，也达显著水平($P < 0.05$)。栽培土壤对冰草作物供应的固有氮素供应量(A_N 值)比未辐照组的提高 216.24%，达极显著水平($P < 0.01$)。由于辐照后土壤供氮量的增加致使土壤中全氮量减少和速效氮的减少均为未辐照组的 1.92 倍。以上试验结果表明，经 γ 照射过的土壤供氮强度提高了，并且栽培作物能从辐照土壤中吸收更多的氮。

2.3 γ 辐照对土壤营养元素和放射性物质的影响

供试土壤为灌耕灰漠土，土壤含水量为 25%，试验结果表明， γ 辐照后土壤中 N、P、K、微量元素 Mn、放射性物质的全量值及土壤的 pH 值和有机质含量均未产生显著变化，但辐照对土壤中营养元素的有效量有不同程度的影响。土壤中速效氮由对照组的 82.98 ppm 上升为 100.65 ppm，提高 21.3%，达极显著水平($P < 0.01$)。这和 Griffith、Maxwell 和 Meshitsuka 等^[3-5]的研究结果相一致。土壤中速效磷由未辐照组的 23.58 ppm 上升为 30.83 ppm，提高 30.75%，达极显著水平($P < 0.01$)。微量元素 Mn 有效量由未辐照组的 16.67 ppm 上升为 24.50 ppm，提高 46.97%，达极显著水平。另外，土壤中速效 K 辐照组下降了 10.8%，也达极显著水平。经测定，土壤中未产生感生 α 或 β 放射性，因而辐照土壤是安全的。

参 考 文 献

- 1 卡乌斯基 II A; 闻理译. 原子能与农业, 原子能出版社, 北京: 1991
- 2 Bors J, Fendrik I. In J. Appl. Radiat. Isot., 1983, 34(5), 979
- 3 Griffith B S. Soil Biol. Biochem., 1987, 19(1), 115
- 4 Maxwell C R et al., Radiat. Res., 1954, 1, 530
- 5 Meshitsuka G et al., Chem. Soc. Japan, 1964, 37, 928

INVESTIGATION ON INCREASING CROP YIELD AND ITS MECHANISM CAUSED BY SOIL IRRADIATION

Zhu Shuxiu Wang Peizhi Wang Yanling

(Institute of Food Crop, Xinjiang Academy of Agricultural Science Urumqi 830000)

Wei Yubo Huang Quanshen Fan Zheru

(Institute of Atomic Energy Application, Xinjiang Academy of Agricultural Science, Urumqi 830000)

ABSTRACT An investigation on increasing crop output and its mechanism was conducted in four replication in 1988—1989. The crops in the trial were winter wheat and wheatgrass. The irradiation dose of ^{60}Co γ rays was $2.5 \times 10^4 \text{Gy}$. The experimental result showed that the dry matter, N content of stalk and leaves above ground of wheatgrass and kernels yield of winter wheat had a considerable increase of 86.49%, 38.68% and 48.41% respectively after soil irradiation. The A_N value of soil was from 1616.8 mg before irradiation to 5112.8 mg after irradiation, and ^{15}N abundance of stalk and leaves of wheatgrass in irradiated soil had decrease of 50.45% comparing with unirradiated soil. The content of nutrient elements in soil before and after irradiation was assaied. The availble N, P, K and Mn had an increase of 21.30%, 30.75%, -10.79% and 46.97% respectively after irradiation. The organic matter content, pH value and radioactivity in the soil before and after irradiation had no significant changes.

KEYWORDS Soil, γ -radiation, Nitrogen content, Winter wheat, Wheatgrass