

# 铬和镉对作物品质的影响

郑文娟 邓波儿

(华中农业大学)

铬和镉是环境中主要的重金属污染物,它们与砷、汞和铅被合称为“五毒”。关于铬、镉对作物危害的研究,过去多集中于作物对铬、镉的吸收、积累、迁移和分布规律等方面。本文初步研究了铬、镉对小麦、牧草及稻谷品质的影响。

## 一、材料与方法

(一)供试土壤 系武昌狮子山上第四纪红色粘土发育的黄棕壤。

(二)试验内容 分田间微区试验(每区0.5平方米)和盆栽试验(每盆装土3公斤)。

1. 铬对小麦品质影响的微区试验:供试土壤加入 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,使土壤分别为0、200、400、600及800微克铬/克土,即5个处理。供试小麦品种为“鄂麦9号”。

2. 铬对牧草品质影响的盆栽试验:供试土壤加入 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,使土壤分别为0、50、100及150微克铬/克土,即4个处理。供试牧草为苏丹草、黑麦草、红三叶草及紫苜蓿。

3. 镉对糙米品质影响的盆栽试验:供试土壤加入 $\text{CdCl}_2$ ,使土壤分别为0、2及8微克镉/克土,即3个处理。早稻品种为“837”。

(三)采样及处理 试验结束后,每个处理采集2个混合样。小麦和糙米烘干磨碎,分别过40及60目筛;牧草烘干磨碎,过20及60目筛。

(四)分析方法 粗蛋白的测定用K氏定氮法;氨基酸总量的测定用6mol/L HCl封口水解(24小时)用茚三酮比色法;赖氨酸含量的测定用染料结合法;蛋白质分析仪测定;淀粉含量用1% HCl水解,用旋光仪法测定;糙米直链淀粉含量用碘兰比色法测定;粗纤维测定用酸洗涤法。

## 二、结果与讨论

### (一)铬( $\text{Cr}^{3+}$ )对小麦籽粒品质的影响

表1表明,铬( $\text{Cr}^{3+}$ )会导致小麦籽粒粗淀粉、粗蛋白、氨基酸总量、赖氨酸含量均显著或极显著的降低,粗淀粉下降率为4.60—10.4%,粗蛋白下降率为62.7—86.5%,氨基酸总量下降率为26.5%,赖氨酸下降率为17.1—39.0%,其中以粗蛋白含量下降幅度最大,说明三价铬对小麦蛋白质的合成有明显地抑制作用。

三价铬对小麦品质的影响与其对产量的影响结果是一致的,当土壤加入 $\text{Cr}^{3+}400\mu\text{g/g}$ 时,小麦显著减产,品质亦随之恶化。当土壤中加入 $\text{Cr}^{3+}$ 为 $800\mu\text{g/g}$ 时,小区产量几乎无收,籽粒粗蛋白、赖氨酸含量亦大幅度下降,仅为对照的13.5%、61.0%。曹仁林等认为,高浓度

表 1

铬( $\text{Cr}^{3+}$ )对小麦籽粒几种营养成分含量的影响(以干物质计)

处 理 ( $\mu\text{g/g}$ )	粗 淀 粉 (%)		粗 蛋 白 (%)		氨 基 酸 总 量 (%)		赖 氨 酸 (%)		微 区 经 济 产 量 (克/区)	
CK	69.55	A	15.20	A	10.94	A	0.41	a	323.50	A
$\text{Cr}^{3+}$ 400	66.35	B	5.67	B	—	—	0.34	b	223.87	B
$\text{Cr}^{3+}$ 800	62.28	C	2.00	C	8.04	B	0.25	c	16.38	C

注: 字母 A、B、C 表示处理间差异极显著 ( $p=0.01$ ); 字母 a、b、c 表示处理间差异显著 ( $p=0.05$ ), 字母相同者表示差异不显著(邓肯法, 下表均同。)

铬对作物生长抑制作用可能是由于铬干扰作物吸收其它营养元素, 破坏作物正常生理代谢, 影响作物光合作用, 糖的运转, 淀粉和蛋白质等的合成作用。

### (二) 铬( $\text{Cr}^{3+}$ )对几种牧草品质的影响

表 2 结果表明, 三价铬对 4 种牧草的粗蛋白含量有显著或极显著的影响。当土壤加入 90—150 $\mu\text{g/g}$  铬时, 红三叶草粗蛋白下降率为 68.0—82.4%, 紫苜蓿的为 18.1—52.2%, 黑麦草的为 8.1—45.7%, 苏丹草的为 28.6—79.5%, 下降幅度极大, 明显降低了它们的饲料价值。在高浓度铬环境中, 作物根系生长受阻, 根系吸收土壤中氮化物量减少这就使作物体内蛋白质合成原料缺乏。表 2 的结果还表明, 铬对三叶草、紫苜蓿和苏丹草体内粗纤维的含量没有明显的影响, 但黑麦草例外, 其粗纤维含量随土壤含铬量的增高而降低, 且差异极显著。

表 2

铬对几种牧草品质的影响

牧 草 种 类	处 理 ( $\mu\text{g/g}$ )	地上植株 铬含量( $\mu\text{g/g}$ )	植 株 干 重 (克/钵)		粗 纤 维 (%)		粗 蛋 白 (%)		氨 基 酸 总 量 (%)	
红 三 叶 草	CK	1.48	18.07	a	21.96	a	20.00	A	16.66	a
	$\text{Cr}^{3+}$ 50	2.62	15.52	a	20.44	a	6.40	B	—	—
	$\text{Cr}^{3+}$ 150	4.16	10.44	b	91.18	a	3.53	C	14.18	b
紫 苜 蓿	CK	2.06	11.92	a	30.52	a	23.05	a	—	—
	$\text{Cr}^{3+}$ 50	3.14	11.02	a	32.14	a	18.88	b	—	—
	$\text{Cr}^{3+}$ 150	6.76	2.59	b	31.02	a	11.07	c	—	—
黑 麦 草	CK	0.67	8.08	a	31.38	A	18.04	a	14.83	a
	$\text{Cr}^{3+}$ 50	3.49	6.76	a	27.04	B	16.58	b	—	—
	$\text{Cr}^{3+}$ 150	8.66	4.56	b	22.15	C	9.80	c	14.32	a
苏 丹 草	CK	0.68	8.56	a	29.75	a	17.44	A	—	—
	$\text{Cr}^{3+}$ 50	2.16	6.63	b	30.82	a	12.46	B	—	—
	$\text{Cr}^{3+}$ 150	4.10	4.29	c	31.76	a	3.58	C	—	—

铬对牧草氨基酸总量的影响极不一致(表 2)。豆科红三叶草的氨基酸总量下降明显, 而禾本科黑麦草的变化不大, 说明黑麦草对铬毒害耐性强于红三叶草。

从表 3 看出, 不同的牧草, 其受铬危害的程度各异。以牧草的粗蛋白含量为例, 黑麦草

表 3 铬对几种牧草粗蛋白相对含量的影响 (%)

牧草种类	<sup>3+</sup> Cr处理(μg/g±)			
	50		150	
黑麦草	91.90	a	54.36	a
紫苜蓿	82.02	b	47.90	b
苏丹草	71.44	c	20.54	c
红三叶草	32.05	d	17.66	c

受害最轻, 三叶草、苏丹草和紫苜蓿受害相对较重。

### (三) 土壤镉污染对糙米品质的影响

表 4 列出了镉对糙米部分营养成分含量的影响。由表可以看出, 土壤加入 28μg/g Cd<sup>2+</sup>时, 糙米中粗淀粉、直链淀粉含量与对照相比均明显下降, 其下降幅度分别为 3.93—7.33%、7.09—21.4%。糙米中镉的积累对

表 4 镉对糙米部分营养成分含量的影响 (占干重%)

处理	粗淀粉 (%)		直链淀粉 (%)		赖氨酸 (%)		氨基酸总量 (%)		粗蛋白 (%)		稻米镉积累 (μg/g)
CK	76.88	a	21.72	a	0.38	a	9.48	a	9.00	A	0.008
Cd <sub>2</sub>	73.86	b	20.08	b	0.34	b	—	—	7.74	B	0.394
Cd <sub>8</sub>	71.25	c	17.08	c	0.26	c	11.09	c	5.68	C	0.886

淀粉含量的影响原因可能是镉阻碍了水稻种子中蔗糖向腺二磷葡萄糖(ADPG)或尿二磷葡萄糖(UDPG)的转化, 使淀粉的合成因缺少葡萄糖给体而受到抑制。

与对照相比, 镉使糙米的赖氨酸含量下降 10.5—31.6%, 粗蛋白下降 14.0—36.9%。据 Fisbhein 报道, 镉能阻碍蚕豆合成 DNA, Payre 从发育中的蚕豆种子子叶中获得蛋白质合成系统, 显示了对外源 Mg<sup>2+</sup> 和 K<sup>+</sup> 的依赖, 而镉对 Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup> 具有强烈的排斥作用。本研究中镉的积累使蛋白质含量下降极明显, 可能与上述解释有关。

糙米中氨基酸总量受镉的影响不大(表 4)。据张云孙对蚕豆进行的试验表明, 当种子中镉累积量达 1.15μg/g 时, 必需氨基酸总量较对照高 6.84%, 直至种子中镉累积量超过 5.0μg/g 后, 其必需氨基酸总量才低于对照。由此看来, 低浓度的镉似乎不会降低糙米的氨基酸总量, 甚至还有促进其增加的趋势, 但合成蛋白质的量减少。

镉对糙米某些品质的影响程度与糙米中镉含量密切相关。土培实验收获的“镉米”(Cd > 0.2μg/g) 的土壤临界浓度为 1.61μg/g。当土壤加入镉 2μg/g 时, 糙米中镉即达 0.394μg/g, 已经超标, 且此时糙米中粗淀粉、粗蛋白、赖氨酸含量低于对照。但镉对糙米品质的影响与产量之间没有什么瓜葛。

## 三、结 论

1. 铬使小麦籽粒粗淀粉、粗蛋白含量显著下降, 氨基酸总量与赖氨酸含量亦明显减少。
2. 铬能降低红三叶草、紫苜蓿、黑麦草、苏丹草的粗蛋白、氨基酸总量等养分的含量。
3. 铬对小麦及牧草产量的影响与其主要营养成分(粗蛋白、粗淀粉等)的变化趋势大体一致。
4. 镉使糙米中粗蛋白、粗淀粉、直链淀粉、赖氨酸等含量显著减少, 从而降低其营养价值。(参考文献略)