

康占军,岑 静,宋明义,等. 浙北水稻植株中硒及重金属元素分布特征[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):349-351.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.119

浙北水稻植株中硒及重金属元素分布特征

康占军,岑 静,宋明义,冯立新,卢新哲

(浙江省地质调查院,浙江杭州 311203)

摘要:在浙北选择 3 处采集 6 组水稻植株样品测定其硒及其他重金属元素含量,结果表明,水稻植株中硒及重金属元素含量规律明显,各器官内的硒含量由高到低依次为根、叶、茎、籽实,根系中硒含量明显高于其他 3 个器官;重金属元素主要集中在根系中,铜、锌元素在水稻茎中含量相对较高;适当延长稻谷成熟期,稻米中重金属含量变化相对较小,但可增加硒的含量。

关键词:浙北;水稻;植株;硒元素;重金属元素;根

中图分类号: X712;S511.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0349-03

随着人们对农产品中有益、有害元素的日益重视,作为主要粮食作物,稻米中硒及重金属元素的相关评价工作也越来越重要。目前,硒及重金属元素在水稻植株不同部位的分布已有较多研究^[1-4]。

作物生长往往呈“S”形曲线,在作物生长初始期、快速增长期、缓慢停滞期,植株体内各元素迁移是一个动态过程。水稻抽穗结实期生长虽然变缓,但仍是提高稻品质的重要时期,研究这一期间水稻植株内各元素的迁移、分布随时间变化的动态过程,对控制稻米中各元素的含量具有重要意义。试验以浙江省海盐县澉浦镇的水稻植株及其根系土为对象,研究自然状态下不同品种水稻植株根、茎、叶、籽实在水稻抽穗结实期对硒及重金属元素的吸收规律,为提高稻米品质、合理控制农产品中重金属元素含量提供科学依据。

收稿日期:2014-07-30

基金项目:浙江省典型地区土地质量地球化学评价示范(编号:12120113002100)。

作者简介:康占军(1982—),男,工程师,主要从事农业地质环境研究。E-mail:kangzj1115@163.com。

除能力。试验结果表明,在一定浓度范围内,竹荪水提物的总还原能力较强,但其对·OH清除能力较弱,而对DPPH·的清除能力较强,但其清除率均不及相同条件下的还原剂维生素C。结果说明,竹荪水提物具有一定的抗氧化能力,由于竹荪的食用部位多为其水溶性成分,因而可推断食用竹荪可起到抗氧化、抗衰老等作用,但其可靠的保健作用还须进行后续试验验证。

参考文献:

- [1]左 玉. 自由基、活性氧与疾病[J]. 粮食与油脂,2011(9):9-11.
- [2]林陈强,陈济琛,林戎斌,等. 竹荪资源综合利用研究进展[J]. 中国食用菌,2011,30(2):8-11.
- [3]赵 凯,王飞娟,潘薛波,等. 红托竹荪菌托多糖的提取及抗肿瘤

1 材料与方法

1.1 研究区概况

海盐县澉浦镇位于浙江省北部平原,钱塘江入海口北岸,面积65 km²,属亚热带季风气候,日照充足,雨量丰沛。平原区面积约为20 km²,土壤类型以水稻土为主,是浙北水稻重要种植区,水稻收获期在11月初;西南地区为侏罗纪晚期(J3h)火山碎屑岩及花岗岩出露区,总面积约为19 km²,海拔高度为100 m左右。

1.2 样品采集及检测指标

在表层土壤调查研究的基础上,选择具有代表性的采样点3处,于水稻抽穗结实期分别按根、茎、叶、籽实4个部位,整株采集6组水稻植株样品共26份(表1),其中,GP24与GP23位于同一块田。另选择1处,按1~7 d时间间隔同位采集4份籽实样品。样品自然风干,送国土资源部合肥矿产资源监督检测中心测试Cr、Zn、Pb、Cu、Ni、Cd、As、Hg及Se等9项指标。

1.3 样品测试

籽实经分拣、去除石子等,清水淘洗干净,用去离子水淘洗3遍,晾干,用专用机具无污染加工至粒度直径约245 μm

活性的初步研究[J]. 菌物学报,2008,27(2):289-296.

- [4]郝景雯,贾士儒,张 刚. 长裙竹荪乙醇提取物与水提取物抑菌作用研究[J]. 食品研究与开发,2010,31(10):8-10.
- [5]谭敬军. 竹荪抑菌特性研究[J]. 食品科学,2001,22(9):73-75.
- [6]杨海龙,李 伟. 短裙竹荪多糖清除O₂⁻·及对人红细胞膜自由基氧化的影响[J]. 科技通报,2000,16(5):371-374.
- [7]文 镜,贺素华,杨育颖,等. 保健食品清除自由基作用的体外测定方法和原理[J]. 食品科学,2004,25(1):190-195.
- [8]龚文静,王 磊,邱 玥,等. 甜橙油抗氧化活性研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(35):21783-21784,22131.
- [9]杨明惠,刘满红,何丽仙,等. 褪色光度法测定Fenton反应产生的羟自由基及其应用[J]. 分析试验室,2006,25(12):77-80.
- [10]赵文红,邓泽元,范亚苇,等. 阿魏酸体外抗氧化作用研究[J]. 食品科学,2010,31(1):219-223.

表 1 水稻植株样品的采集情况

采样点	水稻品种	采样时间(月-日)	采样编号
1	秀水 134	10-24	GPN24-1(籽实)、GPN24-2(叶)、GPN24-3(茎)、GPN24-4(根)
		11-04	GPN28-1(籽实)、GPN28-2(叶)、GPN28-3(茎)、GPN28-4(根)
2	韩祖 2(糯谷)	10-24	GPN23-1(籽实)、GPN23-2(叶)、GPN23-3(茎)、GPN23-4(根)
		11-04	GPN27-1(籽实)、GPN27-2(叶)、GPN27-3(茎)、GPN27-4(根)
3	尖谷	10-24	GPN25-1(籽实)、GPN25-2(叶)、GPN25-3(茎)、GPN25-4(根)
		10-29	GPN22-1(籽实)
		11-05	GPN26-1(籽实)、GPN26-2(叶)、GPN26-3(茎)、GPN26-4(根)
		11-06	GPN19-1(籽实)

(60 目);根、茎、叶等用清水冲洗干净,再用去离子水冲洗 3 遍,晾干,用专用机具无污染加工至粒度直径约 245 μm。称取干样 2.5 g 于 25 mL 比色管中,加盐酸:水体积比为 1:1 的溶液至 25 mL,60 ℃水浴 18 h,期间多次摇动,使样品充分浸提;冷却,中速定量滤纸过滤,取 8 mL 滤液于 10 mL 比色管中,加碘化钾-硫脲混合溶液 1.5 mL、正辛醇 0.25 mL,加水至 10 mL 放置 10 min,原子荧光光谱法(AFS)测定无机 As。另准确称取 0.5~2.0 g 干样于干净的微波消解仪内罐中,加

入浓硝酸 10 mL、过氧化氢 2 mL,按微波消解仪操作规程进行样品分解;冷却至室温,取出内罐,用洗瓶将溶液移入 50 mL 烧杯中,加高氯酸 0.5 mL,在电热板上至高氯酸冒烟,取下,用水定容至 50 mL,摇匀;取 5 mL,用等离子体质谱法(ICP-MS)测定 Cr、Ni、Cu、Pb、Cd,取 5 mL,用等离子体光谱法(ICP-OES)测定 Zn,剩余溶液加硼氰化钾还原,原子荧光光谱法测定 As、Hg、Se(表 2)。

表 2 样品检测项目及分析方法

序号	项目	提取方法	分析方法	检测依据
1	Cr、Ni、Cu、Pb、Cd	微波消解法	等离子体质谱法(ICP-MS)	GB/T 5009—2003
2	Zn	微波消解法	等离子体光谱法(ICP-OES)	
3	As、Hg、Se	微波消解法	原子荧光法(AFS)	
4	As	HCl 水浴提取	原子荧光法(AFS)	

2 结果与分析

2.1 表层土壤硒及重金属元素含量特征

表层土壤是农作物中各元素的主要来源,对其元素含量的高低起至关重要的作用。在研究区采集平原区表层土壤 815 份进行分析,结果由表 3 可见,平原区表层土壤除 Cr、Ni

外,其他各元素均低于或接近浙北背景值。根据“富硒土壤具有一定规模,约占耕地总面积的 60%”这一富硒土壤评价标准发现,研究区土壤总体上略高于此标准;根据国家《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)对重金属进行评价,发现研究区土地质量基本情况较好。

表 3 表层土壤硒及重金属元素的参数统计(n=3 319)

参数	Cr (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (μg/kg)	As (mg/kg)	Hg (μg/kg)	Se (mg/kg)
最大值	89.8	104.0	36.6	38.4	38.0	206.0	9.4	230.0	0.45
最小值	69.0	77.1	27.2	24.6	26.9	98.0	5.0	40.0	0.21
算术平均值	79.39	90.51	31.90	31.50	32.45	151.81	7.18	135.10	0.33
标准差	5.28	6.78	2.38	3.46	2.78	27.18	1.11	47.82	0.06
变异系数	0.07	0.07	0.07	0.11	0.09	0.18	0.16	0.35	0.19
几何平均值	79.21	90.25	31.81	31.31	32.32	149.30	7.09	125.50	0.32
浙北背景值	70.20	91.54	35.20	32.07	29.10	172.95	7.91	249.64	0.35

注:统计参数剔除 2 倍离差。

2.2 水稻植株各器官对硒及重金属元素的吸收规律

由表 4 可见,水稻植株体内各元素分布规律比较明显;适当延长稻谷的成熟期,稻米中 As、Hg 含量基本无变化或含量变化较小,而 Zn、Pb、Cr 含量减少,Cd、Cu 含量先增加后减少;根、茎、叶及籽实中 Cd、Zn 含量分别增加约 29%、24%,Cr、Ni 含量分别减少约 25%、22%,其他元素变化不大;重金属元素主要集中在根系中,水稻茎中 Cu、Zn 含量相对较高;Se 在水稻植株各部位的含量高低为:根>叶>茎>籽实,根系中含量明显高于其他 3 处,叶片中 Se 含量约为茎中的 1.4~1.98

倍,但水稻植株 Se 总含量相对变化不大,这可能是由于在水稻成熟期,水稻植株对土壤中的 Se 停止吸收,而根系中的 Se 逐渐向叶片中迁移;不同品种的水稻对元素的吸收具有差异性^[5-6],韩祖 2(糯谷)植株对 Se 的吸收能力要高于其他 2 个品种,3 个水稻品种对 Se 的吸收能力大小依次为韩祖 2、秀水 134、尖谷;随着成熟期的延长,除根系中 Se 含量明显降低外,其他器官的 Se 含量呈微量增加趋势,其中,糯谷籽实 Se 含量增加更为明显,增加约 54.5%,这可能与糯谷生长期较长、抽穗结实期略滞后于其他品种有关。

表 4 水稻植株中各部位硒及重金属元素含量

采样点	样品编号	含量(mg/kg)								
		As	Hg	Se	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Ni
1	GPN24-1	0.19	0.004	0.051	0.036	0.12	8.68	0.09	30.93	0.37
	GPN24-2	3.32	0.021	0.136	0.040	0.65	19.58	1.28	37.87	0.74
	GPN24-3	1.79	0.012	0.099	0.342	0.54	21.70	0.79	102.99	0.54
	GPN24-4	11.29	0.024	0.498	1.139	7.01	42.49	7.28	125.21	4.72
	GPN28-1	0.16	0.003	0.047	0.044	0.11	7.06	0.05	25.84	0.32
	GPN28-2	2.58	0.024	0.180	0.087	0.74	20.97	1.49	45.50	0.81
	GPN28-3	1.75	0.010	0.091	0.450	0.33	19.50	0.41	120.54	0.43
	GPN28-4	8.79	0.024	0.336	1.443	2.83	37.87	5.13	203.48	2.35
2	GPN23-1	0.15	0.005	0.066	0.044	0.10	6.01	0.08	26.10	0.34
	GPN23-2	4.08	0.023	0.198	0.097	0.87	21.03	1.60	36.58	0.97
	GPN23-3	1.14	0.010	0.119	0.430	0.39	17.13	0.76	104.22	0.44
	GPN23-4	11.77	0.043	0.536	1.206	3.37	34.34	6.21	159.95	2.25
	GPN27-1	0.16	0.002	0.102	0.049	0.13	5.62	0.05	28.43	0.37
	GPN27-2	2.59	0.024	0.257	0.093	0.76	27.39	1.59	54.68	0.87
	GPN27-3	1.56	0.011	0.168	0.502	0.49	23.47	1.04	117.38	0.58
	GPN27-4	8.61	0.046	0.427	1.499	2.19	24.28	7.79	161.49	1.89
3	GPN25-1	0.16	0.004	0.032	0.011	0.10	5.00	0.10	26.72	0.20
	GPN25-2	1.60	0.017	0.107	0.040	0.55	16.63	1.24	31.28	0.66
	GPN25-3	1.01	0.010	0.076	0.101	0.47	17.16	0.60	43.88	0.85
	GPN25-4	11.11	0.024	0.355	0.851	4.99	24.76	7.82	70.39	3.37
	GPN22-1	0.17	0.005	0.040	0.014	0.17	6.37	0.07	29.55	0.25
	GPN26-1	0.16	0.005	0.036	0.016	0.13	7.58	0.10	26.03	0.17
	GPN26-2	1.85	0.018	0.131	0.083	0.57	14.19	1.46	29.40	0.75
	GPN26-3	1.30	0.008	0.085	0.249	0.52	12.95	0.62	72.40	0.54
	GPN26-4	11.01	0.023	0.291	1.006	3.29	17.46	8.99	90.56	2.51
	GPN19-1	0.17	0.005	0.033	0.012	0.11	4.77	0.04	25.75	0.19

2.3 水稻植株对 Se 的富集作用

富集系数是指某种物质或元素在生物体内的浓度与生物生长环境(水、土壤、空气)中该物质或元素的浓度之比,不仅与环境中元素或物质的种类和浓度有关,而且与元素的价态、物质的结构形式、溶解度、生物种类、生物器官组织、各生物生长阶段的生理特性和外界环境有关。由表 5 可见,各器官 Se 富集系数差异较大,其中,根系富集系数最大,介于 0.61~0.93 之间;叶片对元素在植物体内的迁移起至关重要的作用,对 Se 的富集略高于茎;籽实富集系数最小,介于 0.07~0.18 之间;糯谷籽实中 Se 的富集系数大于其他 2 个品种水稻。

表 5 水稻植株各器官硒元素的富集系数

样品号	富集系数			
	籽实	叶	茎	根
GPN24	0.09	0.24	0.17	0.87
GPN28	0.08	0.31	0.16	0.59
GPN23	0.12	0.35	0.21	0.93
GPN27	0.18	0.45	0.29	0.74
GPN25	0.07	0.23	0.16	0.74
GPN26	0.08	0.27	0.18	0.61

3 结论

不同品种的水稻对硒及重金属元素的累积存在差异性,

糯谷水稻大于其他 2 个品种;适当延长稻谷成熟期,稻米中重金属含量变化较小,但可增加 Se 含量;重金属元素主要集中在根系中,Cu、Zn 元素在茎中含量相对较高,这为土壤中重金属的修复提供了新思路。水稻植株各器官 Se 含量高低整体为:根系>叶片>茎>籽实,根系富集系数最大,对土壤中硒的吸收能力最强,籽实最弱。

参考文献:

[1]陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京:科学出版社,1996:104-112.

[2]郦逸根,薛生国,吴小勇. 重金属在土壤-水稻系统中的迁移转化规律研究[J]. 中国地质,2004,31(增刊1):87-92.

[3]解怀生,陈美君,许兴苗,等. 土壤 Cd、As、Pb 在水稻植株中的吸收分布特征[J]. 浙江农业科学,2010(5):1056-1058.

[4]莫 争,王春霞,陈 琴,等. 重金属 Cu、Pb、Zn、Cr、Cd 在水稻植株中的富集和分布[J]. 环境化学,2002,21(2):110-116.

[5]仲维功,杨 杰,陈志德,等. 水稻品种及其器官对土壤重金属元素 Pb、Cd、Hg、As 积累的差异[J]. 江苏农业学报,2006,22(4):331-338.

[6]周 歆,周 航,胡 森,等. 不同杂交水稻品种糙米中重金属 Cd、Zn、As 含量的差异研究[J]. 中国农学通报,2013,29(11):145-150.