

日粮中羊草不同添加水平对五龙鹅 纤维和钙磷代谢的影响

王宝维,龙芳羽,张旭晖,王 雷,杨志刚

(莱阳农学院 优质水禽研究所,山东 青岛 266109)

[摘 要] 为了探讨日粮中羊草不同添加水平对五龙鹅纤维及钙磷代谢的影响,选取 18 月龄健康五龙鹅 24 只,随机分为 4 组,每组 6 只,分别饲喂添加 127.0,167.0,210.0 和 258.0 g/kg 羊草的日粮,调整各组日粮使其代谢能(ME)、粗蛋白(CP)、钙(Ca)、磷(P)、蛋氨酸(Met)、赖氨酸(Lys)等水平基本一致。采用全收粪法进行消化代谢试验,以确定鹅对粗纤维(CF)、中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)及 Ca、P 的消化率,并对 Ca、P 消化率与 CF、NDF 和 ADF 的相关性进行了分析,建立了 Ca、P 消化率对 CF、NDF 和 ADF 的回归方程。结果表明,羊草添加水平在 127.0 ~ 258.0 g/kg 时,CF 的消化率为 13.00% ~ 18.40%,NDF 为 14.10% ~ 21.47%,ADF 为 15.40% ~ 22.29%;随羊草添加水平的增加,各组间 P 消化率无显著差异($P > 0.05$),Ca 消化率 1、2 和 3 组间无显著差异($P > 0.05$),但均显著高于第 4 组($P < 0.05$)。CF、NDF 和 ADF 消化率之间存在显著相关关系,Ca、P 消化率与 CF、NDF 和 ADF 的消化率呈极显著负相关($P < 0.01$)。说明日粮中羊草添加水平为 210.0 g/kg 时,鹅对 CF、NDF、ADF 及 Ca、P 的消化率最佳。

[关键词] 羊草粉;五龙鹅;纤维消化率;钙磷消化率

[中图分类号] S816.32

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)06-0051-04

Effect of different levels of *Leymus chinensis* on digestion and metabolism of fiber,calcium and phosphorus in Wulong Goose

WANG Bao-wei, LONG Fang-yu, ZHANG Xu-hui, WANG Lei, YANG Zhi-gang

(Waterfowl Research Institute, Laiyang Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China)

Abstract : The experiment was conducted to determine the effect of different levels of *Leymus chinensis* on digestion and metabolism of fiber, Ca and P in Wulong geese. Twenty-four eighteen-month-old healthy Wulong Geese were divided into 4 groups with 6 in each group. And with the same levels of ME, CP, Ca, P, Met and Lys, they were fed with diets which contained different *Leymus chinensis* powder proportions of 127.0, 167.0, 210.0 and 258.0 g/kg, respectively. Anus fecal method was adopted to determine the effect of different levels of *Leymus chinensis* on digestion and metabolism of fiber, Ca and P in geese. The correlation between Ca, P and CF, NDF, and ADF was analyzed and linear regressive equations were thus set up. The results indicated that when the content of *Leymus chinensis* was at the range of 127.0 - 258.0 g/kg, CF digestibility changed within the range of 13.00% - 18.40%, NDF within 14.10% - 21.47% and ADF within 15.40% - 22.29%. With the increasing of *Leymus chinensis*, there was no significant difference in the P digestibility between the four groups ($P > 0.05$); there was no significant difference in the Ca digestibility in the 1st, 2nd, 3rd groups and the three groups were significantly higher than the 4th group ($P < 0.05$).

†收稿日期] 2006-03-22

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目(2004BA514A09-3);山东省农业良种产业化项目(9969)

[作者简介] 王宝维(1959-),男,山东荣城人,教授,主要从事家禽科学研究。

There were significantly negative correlation between Ca and P digestibility and the level of CF,NDF and ADF. The trial showed that there was optimal digestion ration of Ca ,P CF ,NDF ,and ADF in the geese at the *Leymus chinensis* powder proportion of 210.0 g/ kg.

Key words : *Leymus chinensis* ;Wulong Goose ;digestibility of fiber ;digestibility of Ca ,P

五龙鹅^[1] (又名豁眼鹅) 为中国白色鹅种的小型品变种之一,是我国优良的地方品种,原产于山东省境内的五龙河流域,以山东莱阳、莱西、即墨、海阳等县市饲养量较多,具有体型小、耐粗饲、繁殖性能高等特点。五龙鹅属于优质的草食水禽,对纤维的利用率较高。王宝维等^[2-4] 研究发现,五龙鹅对纤维的消化能力较强;邵彩梅等^[5] 报道,鹅对主要由戊聚糖组成的半纤维素的消化率达 40 %以上,对酸性洗涤纤维(ADF) 的消化率为 22.97 %,对纤维素的消化率为 17.42 %。如能有效利用牧草或其他高纤维饲料于鹅的日粮中,则可降低饲养成本,提高养鹅的经济效益。

羊草(*Leymus chinensis*) 又名碱草,属禾本科赖草属,主要分布于我国的东北三省及内蒙古、河北、山西、陕西、新疆等省区^[6]。羊草叶量多、营养丰富、适口性好,各类家畜一年四季均喜食,已成为我国北方部分地区草食家畜的重要牧草来源品种之一,在发展草原畜牧业方面起着重要作用。然而,有关羊草应用于鹅的研究国内外尚未见报道。为此,本试验以五龙鹅为研究对象,分析了日粮中羊草不同添

加水平对五龙鹅纤维及钙(Ca) 磷(P) 代谢的影响,以期为进一步开发利用羊草资源奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材 料

1.1.1 试验动物 五龙鹅引自莱阳农学院优质水禽研究所育种基地,18 月龄,健康,共 24 只。

1.1.2 羊 草 羊草由吉林省吉生羊草良种站提供,成熟期刈割,粗纤维和粗蛋白含量分别为 267.5 和 63.9 g/ kg。

1.1.3 试验仪器 Ankom 220 型纤维分析仪,美国 ANKOM 公司生产;Bio Spec-1601 核酸蛋白测定仪,日本岛津公司生产;1-C 型原子吸收分光光度计,中国北京华洋仪器公司生产;凯氏半自动定氮仪,瑞典福斯特卡托公司生产;835-49 型高速氨基酸分析仪,中国日立公司生产。

1.1.4 试验日粮 以羊草为纤维来源,通过多配方技术保证各组日粮的代谢能(ME)、粗蛋白(CP) 和 Ca、P 水平基本一致。饲料配方用美国 Brill 配方软件设计,日粮组成及营养水平见表 1。

表 1 日粮配方及营养水平

Table 1 Composition and nutrients of diet

日粮组成/(g·kg ⁻¹) Components	组别 Group				营养水平 Nutrient level	组别 Group			
	1	2	3	4		1	2	3	4
玉米 Corn	580.0	550.0	525.0	450.0	磷/(g·kg ⁻¹) P	1.07 ×10 ⁴	1.07 ×10 ⁴	1.07 ×10 ⁴	1.07 ×10 ⁴
豆粕 Soybean meal	173.0	184.0	196.0	209.0	粗蛋白/ (g·kg ⁻¹) CP	144.4	143.0	142.6	142.4
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	127.0	167.0	210.0	258.0	粗纤维/ (g·kg ⁻¹) CF	59.4	76.5	89.2	104.9
麸皮 Wheat bran	74.0	44.0	6.0	-	中性洗涤纤维/ (g·kg ⁻¹) NDF	52.9	63.1	79.2	89.9
食盐 Salt	3.5	3.5	3.5	3.5	酸性洗涤纤维/ (g·kg ⁻¹) ADF	35.8	45.5	59.9	73.6
碳酸钙 CaCO ₃	8.1	8.3	8.0	8.2	草酸含量/ (g·kg ⁻¹) Oxalate content	2.8	3.3	4.5	5.6
磷酸氢钙 CaHPO ₄	12.1	10.8	11.2	12.0	钙/(g·kg ⁻¹) Ca	7.4	7.8	7.0	7.3
猪油 Oil	-	10.0	18.0	38.0	磷/(g·kg ⁻¹) P	4.7	4.6	4.6	4.3
添加剂预混料 Premix	10.0	10.0	10.0	10.0	赖氨酸/(g·kg ⁻¹) Lys	8.5	8.6	8.8	8.3
蛋氨酸 Met	4.1	4.1	3.8	3.3	蛋氨酸+胱氨酸/ (g·kg ⁻¹) Met + Cys	6.9	6.8	6.5	6.7
赖氨酸 Lys	8.2	8.3	8.5	8.0					
合计 Sum	1 000.0	1 000.0	1 000.0	1 000.0					

注:营养水平中的代谢能为理论值,其余为实测值。

Notes: The values of ME are academic values and the others are tested values.

1.2 消化代谢试验设计

将 24 只 18 月龄健康五龙鹅随机分成 4 组,每组 6 只。于代谢笼中饲养,自由饮水,试验阶段预试期 8 d,正试期 4 d,每天定时饲喂 2 次,每次 80 g。试验所用代谢笼参照鹅体型专门设计,采用不锈钢材料按照 25 cm ×45 cm ×50 cm 的规格制作,此规格允许鹅只能站立、蹲卧,不能转身,以减少粪便的污染、损失,便于粪便的收集。笼的前部设料槽、水槽,后部设集粪盘。

1.3 粪便的收集与处理

采用全收粪法连续收集鹅 4 d 的排泄物。在代谢笼下放置集粪盘,每天每只鹅定时单独收粪并称重,混合均匀后取样,样品在 65 ~ 75 ℃烘箱中烘干,自然状态下回潮 24 h,制成风干样品,供检测 CF、中性洗涤纤维(NDF)、ADF、Ca 和 P 用。为了防止粪样中混有皮屑和羽毛,试验鹅在正试期前 1 d 洗澡并立即热风吹干;正试期收集粪便时,粪中混有的皮屑和羽毛要用小镊子仔细取出,以排除其对试验结果的影响。

1.4 测定指标与方法

CF、NDF、ADF 用 Ankom 220 型纤维分析仪检测;P 用 BioSpec-1601 核酸蛋白测定仪以比色法分析;Ca 用 1-C 型原子吸收分光光度计测定;CP 用凯氏半自动定氮仪检测;氨基酸用 835-49 型高速氨基酸分析仪测定。草酸含量参照 Baker^[7]的方法并加以改进,用滴定法检测:称取 2.000 g 样品,加入 6 mol/L HCl 2 mL,用蒸馏水洗入试管并定容至 15 mL,加 2 滴正辛醇后沸水浴 15 min,然后取出冷却过夜。次日 10 000 r/min 离心 10 min 去沉淀。向上清液中加入磷钨酸试剂 5 mL,放置 5 h 以上,

10 000 r/min 离心 10 min,去沉淀后再向上清液中加入 5 mL 含钙的醋酸缓冲液(pH4.5,含 0.45 mol/L CaCl₂),用浓氨水调 pH 至 4.5,在 4 ~ 7 ℃下放置过夜。次日 10 000 r/min 离心 10 min,收集沉淀,用 5 mL 10 %的 H₂SO₄ 溶解洗涤沉淀并转入三角瓶中,置沸水浴中 2 min 后,用 0.002 5 mol/L KMnO₄ 滴定至粉红色(30 s 内不褪色)。最后根据所用 KMnO₄ 的体积计算草酸含量。

1.5 数据处理

用 SAS 统计软件进行统计分析。显著性检验采用 LSD 法进行多重比较,试验数据以“平均数 ± 标准差”表示。相关性分析采用 Corr 程序进行。

2 结果与分析

2.1 羊草不同添加水平对五龙鹅纤维消化率的影响

由表 2 可见,羊草添加水平在 127.0 ~ 258.0 g/kg 时,五龙鹅对 CF、NDF、ADF 的消化率分别为 13.00 % ~ 18.40 %,14.10 % ~ 21.47 %,15.40 % ~ 22.29 %。其中,CF 和 ADF 的消化率在 2,3 和 4 组间差异不显著(P > 0.05),但均显著高于第 1 组(P < 0.05);2 和 4 组 NDF 消化率显著高于 1 组(P < 0.05),3 组 NDF 消化率极显著高于 1 组(P < 0.01)。CF 消化率研究结果与林再兴等^[8]的报道相似;NDF 消化率研究结果与王瑞晓等^[9]的报道一致。

相关分析结果表明,CF、NDF 和 ADF 消化率之间存在显著的相关关系(P < 0.05),其中 $r_{CF-NDF} = 0.961\ 9$, $r_{CF-ADF} = 0.965\ 4$, $r_{NDF-ADF} = 0.990\ 2$ 。

表 2 羊草不同添加水平对五龙鹅 CF、NDF、ADF 消化率的影响

Table 2 Effect of different <i>Leymus chinensis</i> contents on the digestibility of CF,NDF,ADF in Wulong Goose				
组别 Group	羊草添加水平/(g·kg ⁻¹) <i>Leymus chinensis</i> in diets	消化率/% Digestibility		
		CF	NDF	ADF
1	127.0	13.00 ±3.26 a	14.10 ±3.35 aA	15.40 ±3.51 a
2	167.0	18.15 ±7.19 b	19.85 ±2.98 b	21.70 ±2.28 b
3	210.0	18.40 ±3.21 b	21.47 ±4.09 cB	22.29 ±5.18 b
4	258.0	15.52 ±6.14 b	18.61 ±5.49 b	19.69 ±7.93 b

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著(P < 0.05),标不同大写字母者表示差异极显著(P < 0.01)。下表同。
Notes:Different small letters in same columns indicate significant difference(P < 0.05);different capital letters indicate very significant difference(P < 0.01).

2.2 羊草不同添加水平对五龙鹅钙磷消化率的影响

由表 3 可知,随羊草添加水平的增加,五龙鹅对 Ca、P 的消化率均呈下降趋势;1,2 和 3 组间 Ca 消

化率差异不显著(P > 0.05),但均显著高于第 4 组(P < 0.05);4 个处理之间 P 消化率无显著差异(P > 0.05)。其中,日粮中羊草添加水平为 127.0 g/kg 时,Ca、P 的消化率最高。

表 3 羊草不同添加水平对五龙鹅 Ca、P 消化率的影响

Table 3 Effect of different *Leymus chinensis* contents in diets on the digestibility of Ca and P in Wulong Goose

组别 Group	羊草添加水平/ (g · kg ⁻¹) <i>Leymus chinensis</i> in diets	日粮 Ca 含量/ (g · kg ⁻¹) Ca content in diets	日粮 P 含量/ (g · kg ⁻¹) P content in diets	消化率/ % Digestibility	
				Ca	P
1	127.0	7.4	4.7	42.48 ±7.44 a	31.85 ±1.99
2	167.0	7.8	4.6	35.07 ±3.39 a	31.17 ±1.23
3	210.0	7.0	4.6	33.75 ±6.61 a	30.61 ±2.31
4	258.0	7.3	4.3	31.16 ±8.39 b	24.17 ±0.78

2.3 钙、磷消化率与 CF、NDF 和 ADF 的相关分析

由表 4 可知 ,Ca、P 消化率与 CF、NDF 和 ADF 的消化率之间呈极显著负相关 ($P<0.01$)。Ca 消化率对 CF、NDF 和 ADF 的回归方程分别为 $Y = 55.3946 - 2.3976X$, $Y = 54.8294 - 2.6959X$ 和

$Y = 49.8989 - 2.6600X$ 。P 消化率对 CF、NDF 和 ADF 的回归方程分别为 $Y = 46.0088 - 2.3247X$, $Y = 45.5644 - 2.6284X$ 和 $Y = 41.2021 - 2.6763X$ 。

表 4 Ca、P 消化率与 CF、NDF 和 ADF 消化率的相关回归方程

Table 4 Linear regressive equations and correlation between Ca and P digestibility and CF,NDF and ADF in diet

项 目 Item	日粮水平 Diet level	相关系数 Correlation	回归方程 Linear regressive equations
Ca 消化率 Ca digestibility	CF	- 0.559 2 **	$Y = 55.3946 - 2.3976X$
	NDF	- 0.537 0 **	$Y = 54.8294 - 2.6959X$
	ADF	- 0.532 4 **	$Y = 49.8989 - 2.6600X$
P 消化率 P digestibility	CF	- 0.618 6 **	$Y = 46.0088 - 2.3247X$
	NDF	- 0.597 3 **	$Y = 45.5644 - 2.6284X$
	ADF	- 0.611 2 **	$Y = 41.2021 - 2.6763X$

注: **表示 $\alpha=0.01$ 时相关极显著。
Note: **indicates significant correlation at 0.01 level.

3 讨 论

近年来,关于鹅对牧草中纤维素的消化利用问题存在一定争议,一般认为鹅能利用高纤维饲料。邵彩梅等^[5]报道,鹅肌胃内强大的压力和适宜的酸性环境,有利于植物细胞壁的破坏以及果胶和半纤维素的溶解。Timmler 等^[10]报道了鹅对红三叶、白三叶、苜蓿草中 NDF 的消化率为 21.44 %~40.86 %,ADF 的消化率为 5.5 %~31.72 %,半纤维素的消化率为 27.48 %~90.54 %,CF 的消化率为 10.07 %~31.95 %,这表明鹅对上述牧草纤维有一定的消化能力。本试验结果显示,日粮中羊草的添加水平高达 210.0 g/kg 时,未对五龙鹅产生负面影响,说明鹅对羊草中纤维有较大的利用潜力。

研究表明,提高日粮中纤维素水平可增加鹅盲肠内微生物的活动,从而使纤维的消化率得以提高^[11];但肠内微生物无法随着日粮纤维含量的提高而依比例地将纤维加以利用,所以过高的纤维水平会抑制鹅对某些营养成分的消化吸收^[12-13]。本试验结果表明,羊草添加水平在 127.0~210.0 g/kg 时,鹅对 CF、NDF 和 ADF 的消化率逐渐升高,但当羊草的添加水平过高时(258.0 g/kg),鹅对 CF、NDF

和 ADF 的消化率却下降,这与上述研究结果一致。

常用植物性饲料中有 60 %~70 %以上的磷以植酸磷的形式存在,很难为单胃动物所利用^[14-15]。猪和禽类等单胃动物消化道内缺乏水解植酸的植酸酶,因而对植物性饲料中磷的利用率较低^[16-17]。本试验结果表明,P 消化率随日粮中羊草添加水平的增加呈下降趋势,这可能是因为随着羊草源纤维水平的升高,植酸磷逐渐升高,从而影响 P 的消化吸收。

草酸是植物体内普遍存在的一种成分,被动物采食后在消化道中能与二价、三价金属离子,如 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 和 Fe^{3+} 等形成不溶性的草酸盐沉淀而随粪便排出,从而降低这些矿物元素的利用率。其中,草酸对钙的吸收影响较大^[18]。本试验结果表明,随羊草添加水平的增加 Ca 消化率明显下降,主要原因可能是随羊草添加水平的增加日粮中草酸含量依次增加,在胃肠道中结合并沉淀 Ca,从而干扰 Ca 的吸收。因此,在饲喂高比例羊草时,应注意补充钙质,并调节 Ca、P 比例,以弥补鹅对高纤维日粮 Ca 的需要。至于羊草中其他因子对五龙鹅纤维及 Ca、P 消化吸收的影响,还有待于进一步研究。

(下转第 59 页)

- feeding aflatoxin-contaminated diets with and without clay to weaning and growing pigs on performance, liver function, and mineral metabolism[J]. *Journal of Animal Science*, 1993b, 71: 1209-1218.
- [9] Harvey R B, Kubena L F, Huff W E, et al. Effects of treatment of growing swine with aflatoxin and T-2 toxin[J]. *American Journal of Veterinary Research*, 1990, 51: 1688-1693.
- [10] Abo-norag M, Edrington T S, Kubena L F, et al. Influence of hydrated sodium calcium aluminosilicate and virginiamycin on aflatoxicosis in broiler chicks[J]. *Poultry Science*, 1995, 74: 626-632.
- [11] Shi Y H, Xu Z R, Feng J L, et al. Effects of modified montmorillonite nanocomposite on growing/ finishing pigs during aflatoxicosis[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2005, 18(9): 1305-1309.
- [12] Shi Y H, Xu Z R, Feng J L, et al. Efficacy of modified montmorillonite nanocomposite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, 129(8): 138-148.
- [13] Hayes J D, Judah D J, Mclellan L I. Ethoxyquin-induced resistance to aflatoxin B1 in the rat is associated with the expression of a novel alpha-class glutathione S-transferase subunit, Yc2, which possesses high catalytic activity for aflatoxin B1-8, 9-epoxide[J]. *Journal of Biochemistry*, 1991, 279: 385-398.
- [14] Guengerich F P, Johnson W W, Shimada T, et al. Activation and detoxification of aflatoxin B1[J]. *Mutation Research*, 1998, 402: 121-128.
- [15] 聂立红, 王声湧, 胡毅玲. 谷胱甘肽硫转移酶的研究进展[J]. *中国病理生理杂志*, 2000, 16(11): 1240-1243.
- [16] 刘斌剑, 孙月庭, 万 军. 谷胱甘肽硫转移酶对动物肝损伤模型诊断价值的探讨[J]. *中华肝脏病杂志*, 2001, 9(7): 91.

(上接第 54 页)

[参考文献]

- [1] 邱祥聘, 陈 铎, 陈育新. 中国家禽品种志[M]. 上海: 上海科技出版社, 1989: 107-134.
- [2] 王宝维, 张名爱, 刘光磊, 等. 墨西哥玉米对五龙鹅日粮蛋白净利用率及氨基酸消化率的影响[J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2004, 32(7): 29-32.
- [3] 王宝维, 刘光磊, 吴晓平, 等. 青黑麦草结构日粮对五龙鹅 N 平衡及 Ca、P 消化规律的影响[J]. *福建农林大学学报: 自然科学版*, 2004, 33(3): 373-376.
- [4] 王宝维, 张旭晖, 吴晓平, 等. 苜蓿粉含量对鹅日粮粗纤维和钙磷消化率的影响[J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2005, 33(8): 58-62.
- [5] 邵彩梅, 韩正康. 鹅盲肠对纤维类成分消化的研究[J]. *南京农业大学学报: 自然科学版*, 1992, 15(4): 86-89.
- [6] 崔景坤, 王淑华, 宋国军, 等. 羊草(干草)消化率测定报告[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 1994(4): 12-13.
- [7] Baker C J L. The determination of oxalate in fresh plant materials[J]. *Analytic*, 1954, 77: 340-344.
- [8] 林再兴, 杨清白. 家鹅对纤维质饲料之利用——脱水羊草粉之营养价值[J]. *中畜会志*, 1987, 5(3-4): 29-34.
- [9] 王瑞晓, 郑 诚. 鹅、鸡对不同饲料养分利用率的比较测定[J]. *中国饲料*, 2001(19): 8-9.
- [10] Timmler R, Rodehutsord M. Dose-response relationships for valine in the growing white pekin duck[J]. *Poultry Sci*, 2003, 82: 1755-1762.
- [11] 廖玉英, 杨家晃, 韦凤英, 等. 日粮粗纤维水平对广西合浦鹅生长性能的影响[J]. *广西畜牧兽医*, 2004, 20(6): 243-245.
- [12] 陈盈豪, 许振忠, 刘琳琳. 高低日粮纤维含量对鹅食糜通过消化道速率之影响[J]. *东海学报*, 1991, 32: 765-774.
- [13] Nahm K H, Carlson C W. Effect of cellulose from *Trichoderma viride* on nutrition utilization by broilers[J]. *Poultry Sci*, 1985, 64: 1536-1540.
- [14] 杨曙明, 杨忠源, 张甫山, 等. 生长鹌鹑对富含纤维饲料利用率的研究[J]. *中国农业科学*, 1995, 28(增刊): 171-176.
- [15] 张铁鹰. 植酸酶在畜禽日粮中应用研究进展[J]. *中国饲料*, 2005(4): 25-29.
- [16] 单安山, 刘大森, 马 玺. 植物植酸酶及其饲用价值[J]. *东北农业大学学报: 自然科学版*, 2002, 33(2): 184-190.
- [17] 张若寒. 植酸酶实用指南[J]. *湖南饲料*, 2004(4): 20-22.
- [18] Brandt E, Pindboring E, Frddsted I, et al. Oxalic acid in foods[J]. *Nutri Abst and Rev*, 1954, 24: 298.