

DOI:10.11937/bfyy.201710038

新型肥料对土壤碳氮及枸杞产量的影响

王 榛, 刘 攀, 王文颖

(青海师范大学 生命与地理科学学院, 青海 西宁 810008)

摘 要:以 4 种新型肥料(瑞利源(RLY)、汇源(HY)、中农 1(ZN1)、中农 2(ZN2))为试材, 常规肥料为对照(CK), 基于青海省海西州诺木洪和乌兰地区枸杞的施肥试验, 研究了不同新型肥料对枸杞根际土壤总碳、全氮以及枸杞产量、品质的影响。结果表明:1)诺木洪试验地, RLY、ZN2 处理土壤总碳含量比 CK 分别提高了 4.49%和 3.55%;4 种处理下土壤全氮含量均小于 CK。乌兰试验地, RLY、ZN1、ZN2 处理的土壤总碳含量比 CK 分别提高了 2.75%、2.33%和 1.71%;土壤全氮含量均小于 CK。2)诺木洪各施肥处理样地与 CK 相比, 枸杞产量增幅分别为 21.8%(RLY)、23.9%(HY)、12.7%(ZN)、25.4%(ZN2);乌兰各施肥处理样地与 CK 相比, 枸杞产量增幅分别为 12.7%(RLY)、9.9%(HY)、1.1%(ZN)、21.1%(ZN2);在诺木洪和乌兰样地, ZN2 施肥处理枸杞产量增幅最高。3)诺木洪试验地新型肥料施肥处理未能显著增加枸杞多糖含量, 乌兰试验地 HY、ZN1、ZN2 处理下枸杞多糖含量显著高于 CK。

关键词:枸杞;施肥处理;土壤碳;土壤氮;产量

中图分类号:S 567.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)10-0166-06

枸杞(*Lycium barbarum* L.)属茄科(Solanaceae)枸杞属(*Lycium*)多年生木本植物,其果实、叶、果柄和根系中都含有人体需要的蛋白质、维生素、氨基酸和微量元素,枸杞是名贵的药材,又是很好的滋补品^[1],具有增强免疫力、降血压、降血脂、抗氧化、抗肿瘤等多方面的药理作用,有很高的药用价值和经济价值^[2]。青海省海西蒙古族藏族自治州柴达木盆地

是枸杞中心分布区之一,因其高海拔、强光照的地理特点及独特的土壤、气候条件,特别适合抗旱抗盐碱的枸杞生长^[3]。到目前,柴达木盆地种植枸杞的面积达 2.02 万 hm²,成为国内第二大枸杞产地。

枸杞生长过程中为了获得优质高产,经常施用一定数量的肥料,以补充土壤养分不足,满足枸杞各生长发育阶段的需要。合理施肥可供给枸杞植株所需养料,并改良土壤环境。当前枸杞种植过程施肥主要是以普通肥料为主^[4-5],这种肥料利用效率通常比较低^[6],已有不少单施化肥的枸杞地出现板结及植株的生长受阻^[7]。碳、氮是土壤有机质最基本的组成元素,土壤全碳、全氮含量可以作为评价土壤肥力的重要指标,土壤有机碳的数量和质量影响着土壤性质、过程和行为,土壤全氮含量反映了土壤中氮循环的状况,是衡量土壤肥力、评价土壤资源的一项

第一作者简介:王榛(1991-),男,硕士研究生,研究方向为植物生态学。E-mail:wangzhenhaikan@163.com

责任作者:王文颖(1973-),女,博士,教授,现主要从事植物生态学等研究工作。E-mail:wangwy0106@163.com

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2016YFC0501906-1, 2016YFC0501901-05);国家自然科学基金资助项目(31260127);青海省自然科学基金资助项目(2016-ZJ-913)。

收稿日期:2017-02-07

compared sequence homology to construct phylogenetic tree. Principal component analysis of fungi were analyzed using Canoco software. The results showed that each fungus was rich in species, of which had the same fungus species and different fungus species, and the 17 preponderant bands had a close relationship with *Hebeloma*, *Hugrophorus*, *Sebacima*, *Funneliformis*, and some uncultured fungi. There was a significant influence on different soil fungal Shannon index(H), richness(S), evenness(E_H) in the different year and different burned degree($P < 0.05$). And different burned degree and different burned year also influenced soil fungal structure.

Keywords: Great Xing'an; burned forest sites; soil fungus; the community characteristics; diversity

重要指标,在维持土壤质量、控制养分中起着重要的作用^[8-9]。研究发现,有机肥含有大量的有机物质、无机物质和微生物,不仅能够提供作物全面营养、改良土壤,还能降低作物体内硝酸盐的质量分数,促使有机磷的转化,促进果蔬生长发育及提高产量和改善品质^[10],微生物肥料能够培肥地力,提高化肥利用率,抑制农作物对硝态氮、重金属、农药的吸收,净化和修复土壤,以及提高农作物产品品质和食品安全等方面已表现出不可替代的作用^[11],有机肥与微生物肥料配施,可以提高土壤速效养分^[12],改性氮肥不同于普通氮肥,不仅可以增加作物产量,还有助于减少氨挥发^[13-15],目前,针对新型肥料在枸杞种植的研究多集中在枸杞的产量、品质及其肥效等方面^[16-18],但是新型肥料对枸杞生境土壤碳氮元素及其产量的关系的研究鲜见报道。

青海柴达木盆地属于生态脆弱区,大力发展可持续绿色生态农业是恢复和保护生态的重要措施,枸杞产业的发展不仅增加了当地的经济收入,还可以改善当地脆弱的生态环境。该研究以青海省乌兰县和都兰县诺木洪农场枸杞种植基地的枸杞和土壤为研究对象,通过2年的新型肥料的施肥试验,分析了不同的施肥处理对植物和土壤碳氮的影响,探

索适合该地区枸杞种植适用的最佳肥料,为改善该地区土壤养分和提高枸杞的生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地选择在青海省海西蒙古族藏族自治州都兰县诺木洪农场和乌兰县枸杞种植基地。诺木洪农场地处柴达木盆地东南缘,海西州都兰县境内,农场南北宽5 km,东西30 km,呈扁条状分布,地理坐标东经 $96^{\circ}15' \sim 96^{\circ}35'$,北纬 $36^{\circ}20' \sim 36^{\circ}30'$;海拔高度2 745~2 790 m,农场属高原大陆性气候,空气干燥,日照时间长,昼夜温差大,最高气温 35.8°C ,最低气温 -31°C ,年平均气温 2.7°C ,年平均降雨量179.10 mm,年蒸发量2 849.7 mm,土壤类型为棕钙土;乌兰县地理位置东经 $97^{\circ}01' \sim 99^{\circ}27'$,北纬 $36^{\circ}19' \sim 37^{\circ}20'$,海拔3 692~4 701 m,属高原大陆性气候,空气干燥,日照时间长,昼夜温差大,年平均气温 3.5°C ,最高月均温 14.4°C ,最低月均温 -12.4°C ,极端最高气温 34°C ,极端最低气温 -27.7°C ,年均降水量159.3 mm,土壤类型为灌溉灰棕漠土。试验点土壤基本理化性质见表1。

表1 土壤理化性质

Table 1		Basic properties of soil				
试验点 Experimental site	pH	土壤有机碳 SOC /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	土壤总氮 STN /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效氮 Soil available nitrogen /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效磷 Soil available phosphorous /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾 Soil available potassium /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
诺木洪 Nuomuhong	8.99	12.04	0.77	87.08	23.25	121.36
乌兰 Wulan	8.65	11.06	0.56	96.32	6.94	122.40

1.2 试验材料

每试验大区随机选取3个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 样方作为取样区域。每样方内随机收集6个点土壤样品,每点采集0~10、10~20、20~30、30~40 cm土壤,6个点同层土壤混合成一个样品。土壤样品自然风干用研钵磨细,过100目筛子,磨细的样品装入自封袋,待分析测试用。

试验选用肥料为中国农资集团旗下汇源(HY)、瑞利源(RLY)、中农1(ZN1)、中农2(ZN2)系列新型产品,每系列肥料是由不同新型肥料组合而成。

1.3 试验方法

在枸杞实际施肥中,RLY系列代表氮肥、微生物肥组合;HY代表氮肥、有机肥及微生物肥组合;ZN1代表微生物肥、有机肥组合;ZN2代表氮肥、有机肥、微生物肥组合;CK代表传统氮肥、磷肥、钾肥组合。不同施肥具体组合及其特殊养分见表2。施

肥试验时间为2013年5月至2015年10月,在诺木洪和乌兰枸杞种植基地,选择2年生的“宁杞7号”为试验对象,在每基地枸杞生长区域各设置了5个面积为 667 m^2 的试验大区,其中4个大区分别追施同系列肥料组合,另外1个大区设置为CK(对照)。每大区底肥分别为尿素 $0.15\text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ 和二铵 $0.3\text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ 。

1.4 项目测定

1.4.1 土壤样品分析 土壤总碳、总氮含量采用高温燃烧法测定。

1.4.2 枸杞果实采集与产量计算 枸杞分别在8月上、中旬及9月中旬完成采摘,将采摘的果实置于鼓风烘箱内, 50°C 烘干至恒重,10月统计各处理下枸杞干果总产量。

1.4.3 枸杞多糖含量测定 采用蒽酮- H_2SO_4 提取法测定^[19]。

表 2

不同施肥处理组合和养分含量

Table 2

Different fertilization combination and nutrients content

肥料 Fertilizer	肥料类型 Fertilizer type	肥料组合 Fertilizer combination		施肥量 Fertilization rate/(kg·株 ⁻¹)	
		常规养分比例(以 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 计) Conventional nutrients ratio	特殊养分 Specific nutrients	诺木洪 Nuomuhong	乌兰 Wulan
RLY	多肽型磷酸二铵	13-44-0	含金属蛋白酶	0.5	0.5
	酶控尿素	46-0-0	含双酶	0.25	0.25
	液体菌肥	—	含有机质、益生菌等	0.13	0.13
HY	多肽型磷酸二铵	13-44-0	含金属蛋白酶	0.25	0.25
	尿素钾	46-0-0	含螯合钾、螯合锌等	1.25	1.25
	双酶母料	—	含多肽、双酶、聚碳酶≥30%	0.02	0.02
	双酶有机肥	5-0-0	有机质≥45%	0.83	0.83
	微生物菌剂	—	有效活菌≥200 亿·L ⁻¹	0.08	0.08
ZN1	微生物肥	15-0-0	有机质≥45%	0.59	0.54
	双酶有机肥	12-0-0	有机质≥45%	0.34	0.42
	硫酸磷酸二铵	15-45-0	S≥6%, Zn≥1%	0.5	0.5
ZN2	全营养尿素	46-0-0	含中微量元素,金属蛋白酶等	0.25	0.25
	青海有机肥	5-0-0	有机质≥45%	0.85	0.85
	双酶母料	—	多肽+双酶+聚碳酶≥30%	0.01	0.01
CK	尿素	46-0-0	—	0.5	0.5
	磷酸二铵	18-46-0	—	0.28	0.28
	钾肥	0-0-50	—	0.16	0.16

1.5 数据分析

试验数据均用金山公司 WPS 软件录入并绘图,统计分析均在 SPSS 17.0 软件上完成,采用单因素方差分析(LSD 法)比较各施肥处理间和枸杞植株各部分间总碳、全氮含量差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对不同深度土壤总碳、全氮含量的影响

由表 3 可知,诺木洪不同施肥措施试验地土壤

平均总碳含量(0~40 cm)分别为 27.66(RLY)、26.17(HY)、26.43(ZN)、27.41(ZN2)、26.47(CK)g·kg⁻¹; RLY、ZN2 处理的土壤总碳含量比 CK 分别提高了 4.49%、3.55%;乌兰不同施肥试验地土壤总碳平均含量(0~40 cm)分别为 29.52(RLY)、28.36(HY)、29.40(ZN)、29.22(ZN2)、28.73(CK)g·kg⁻¹。RLY、ZN1、ZN2 处理的土壤总碳含量相比较 CK 分别提高了 2.75%、2.33%、1.71%。乌兰试验地土壤平均总碳含量高于诺木洪试验地。

表 3

不同施肥处理下土壤总碳含量

Table 3

Soil total carbon content of different fertilization treatments

g·kg⁻¹

试验点 Experimental site	处理 Treatments	土层深度 Soil depth/cm				平均 Average
		0~10	10~20	20~30	30~40	
诺木洪 Nuomuhong	RLY	28.52(0.87)aA	28.68(0.08)aA	27.67(0.50)aA	25.76(0.28)bB	27.66
	HY	25.70(0.56)bB	27.10(0.20)cA	25.62(0.36)bB	26.26(0.24)bAB	26.17
	ZN1	24.57(0.42)bC	27.12(0.63)cAB	25.50(0.26)bBC	28.54(0.59)aA	26.43
	ZN2	27.73(0.39)aA	28.35(0.15)aA	27.06(0.10)aA	26.48(1.38)abA	27.41
	CK	27.06(0.18)abA	27.54(0.21)bA	26.81(0.30)aA	24.47(0.91)bB	26.47
乌兰 Wulan	RLY	28.02(0.23)bcB	28.67(0.25)cB	29.19(0.23)bB	32.20(0.84)aA	29.52
	HY	30.29(0.34)aA	27.86(0.14)cB	27.57(0.07)cB	27.70(0.29)bB	28.36
	ZN1	28.95(0.34)bD	27.00(0.35)dC	31.59(0.04)aA	30.06(0.10)abB	29.40
	ZN2	29.00(0.37)bAB	30.01(0.11)bA	29.38(0.56)bAB	28.49(0.40)abB	29.22
	CK	27.74(0.41)cA	31.23(0.34)aA	28.05(0.17)cA	30.91(2.92)abA	28.73

注:LSD 统计法,同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),同行不同大写字母表示差异显著($P<0.05$),数据为均值(标准误),下同。

Note:The data were analyzed by using LSD statistics, different lowercase letters represent the significant difference at 5% level in each column, different capital letters represent the significant difference at 5% level in each row, the data were mean value (standard error), the same as below.

由表 4 可知,诺木洪不同施肥样地土壤全氮平均含量(0~40 cm)分别为 0.99(RLY)、1.24(HY)、

1.17(ZN)、1.06(ZN2)、1.58(CK)g·kg⁻¹。各处理土壤全氮含量均小于 CK。乌兰不同施肥措施试验

地土壤全氮平均含量(0~40 cm)分别为1.45(RLY)、1.45(HY)、1.26(ZN)、2.11(ZN2)、2.13(CK)g·kg⁻¹。除ZN2外,其余处理土壤全氮含量均小于CK;乌兰试验地土壤平均全氮含量要高于诺木洪枸杞试验地。

2.2 不同施肥处理对枸杞产量及其品质的影响

由表5可以看出,各施肥处理下诺木洪样地枸杞产量相比CK均达到差异显著水平($P<0.05$),ZN2处理产量增幅最高,HY、RLY处理次之,增产幅度分别达25.4%、23.9%、21.8%;乌兰试验地,ZN2、RLY处理枸杞产量显著高于其它处理,ZN2处

理产量增幅最高为21.1%,HY、ZN1处理增幅不明显。多糖是非常重要的枸杞品质指标之一,也是其中主要的生物活性成分,具有免疫调节、抗肿瘤、抗衰老等多种生物学作用。由表6可知,诺木洪试验地CK的枸杞多糖含量最高,与新型肥料施肥处理枸杞多糖含量均达到差异显著水平($P<0.05$),ZN2处理枸杞多糖含量显著低于其它处理,新型肥料施肥处理并未使枸杞多糖含量显著提高;乌兰试验地,HY、ZN1、ZN2处理的枸杞多糖含量显著高于RLY、CK。

表4 不同施肥处理下土壤全氮含量

Table 4		Soil total nitrogen content of different fertilization treatments				g·kg ⁻¹
试验点	处理	土层深度 Soil depth/cm				平均
Experimental site	Treatments	0~10	10~20	20~30	30~40	Average
诺木洪 Nuomuhong	RLY	0.94(0.05)bBC	1.15(0.05)cA	1.00(0.05)bcB	0.85(0.01)bC	0.99
	HY	1.34(0.05)aB	1.65(0.06)bA	1.10(0.02)bC	0.86(0.03)bD	1.24
	ZN1	1.04(0.09)bBC	1.17(0.05)cB	0.90(0.02)cC	1.56(0.06)aA	1.17
	ZN2	0.99(0.20)bBC	1.28(0.04)cA	1.11(0.06)bAB	0.84(0.04)bC	1.06
	CK	1.52(0.27)aB	1.90(0.04)aA	1.62(0.06)aC	1.29(0.01)bD	1.58
	RLY	1.36(0.16)dA	1.50(0.06)cA	1.39(0.03)aA	1.56(0.07)aA	1.45
乌兰 Wulan	HY	2.16(0.02)cA	1.40(0.06)cB	1.14(0.08)bC	1.11(0.03)bC	1.45
	ZN1	1.55(0.08)dA	0.76(0.02)dC	1.46(0.07)aA	1.25(0.03)aB	1.26
	ZN2	3.35(0.06)aA	2.24(0.04)aB	1.48(0.03)aC	1.36(0.05)aC	2.11
	CK	2.54(0.06)bA	1.84(0.01)bA	1.53(0.04)aA	2.62(0.96)aA	2.13

表5 不同施肥处理下枸杞产量

Table 5		Yield of <i>Lycium barbarum</i> L. fruit of different fertilization treatments			
处理	Treatments	诺木洪 Nuomuhong		乌兰 Wulan	
		667 m ² 产量	增产幅度	667 m ² 产量	增产幅度
		667 m ² yield/kg	Yield growth/%	667 m ² yield/kg	Yield growth/%
RLY		603.0(9.8)a	21.8	655.5(12.3)a	12.7
HY		612.9(24.6)a	23.9	565.5(21.8)b	9.9
ZN1		558.6(40.8)a	12.7	561.0(48.4)b	1.1
ZN2		619.8(30.6)a	25.4	672.0(15.5)a	21.1
CK		494.4(11.1)b	0.0	555.0(9.4)b	0.0

表6 不同施肥处理下枸杞多糖含量

Table 6		Polysaccharide content of <i>Lycium barbarum</i> L. fruit of different fertilization treatments		%
处理	诺木洪	乌兰		
Treatments	Nuomuhong	Wulan		
RLY	8.39(0.64)b	2.36(0.33)c		
HY	6.21(0.11)c	6.44(0.24)a		
ZN1	8.33(0.33)b	6.59(0.14)a		
ZN2	4.61(0.19)d	6.51(0.10)a		
CK	9.10(0.04)a	4.10(0.12)b		

3 讨论与结论

施肥处理对土壤养分状况的影响前人已经做了很多的研究,研究表明,随施氮量增加,土壤全氮、总碳含量均明显增加,但施氮量为135 kg·hm⁻²时,土

壤总碳最大,当施氮量继续增加时总碳含量呈现下降趋势^[20]。夏立忠等^[21]研究表明,不同种类肥料的组合及其养分投入量和不同养分、元素的比例,会直接导致不同土壤养分、盐分的累积效应。KUZYAKOV等^[22]研究发现,高量氮肥投入不仅会导致作物生长量下降,而且光合碳向地下土壤碳库的转运量减少。有机肥与化肥均表现出持续提高土壤有机碳、氮含量之作用,且表现出随有机肥用量的增加而增加,而继续提高化肥施用量无助于土壤有机碳、有机氮的积累^[16]。李月梅等^[23]通过比较不同养分指标分级状况和样点频率对柴达木盆地枸杞种植园土壤养分进行评价,乌兰县各养分指标均较高;都兰县除速效磷外,其它养分指标均处于较低水平,这与该

试验结果基本一致。乌兰试验地土壤平均总碳、全氮含量均高于诺木洪试验地,可见地域的差异可能是影响枸杞施肥的因素之一。

有研究表明,微生物肥力是土壤肥力的重要组成部分,通常用土壤微生物的活性评价有机物质的分解,最终导致氮、磷、硫的循环,微生物可通过自身细胞固定碳素、氮素^[11],微生物肥配施化肥,能提高水稻氮素利用率,且随着施氮量下降,氮素利用率呈升高趋势^[24],长期施用有机肥料,土壤有机碳和土壤全氮数量同步上升,有机肥料与化学肥料配合施用能够提高土壤碳库容,是维持土壤肥力的最优施肥方式^[25],配施有机肥提高化肥氮利用率,其机制之一是通过促进土壤微生物对化肥氮的有效调控,使化肥氮更好地被转化利用^[26],改性尿素能够显著减少氨挥发量,抑制土壤硝化作用,从而降低尿素的氮素损失^[27],该试验研究发现,不同施肥处理平均土壤氮含量均低于CK,说明新型改性化肥配施有机肥、微生物肥相比单施化肥有助于枸杞对土壤氮素利用,减缓氮素在土壤中累积。因此,不同肥料成分也可能是影响土壤碳氮含量变化的重要因素之一,具体是哪种成分其主导作用,有待今后进一步探究。

施用有机肥与化肥均表现出持续提高作物产量的作用,常规栽培条件下,当产量提高到一定水平后,继续高量施肥无助于作物产量的提高^[28]。人们在滴灌施肥对番茄中研究表明,当追求产量和氮肥利用率时,高水中肥处理能获得较高的番茄产量^[29]。王三英等^[30]以甘肃景泰枸杞为研究对象,发现不同的配方施肥组合对枸杞果实大小、百粒质量及枸杞产量相比CK均有增加,罗青等^[31]连续2年施用NutriSmart生态肥料对宁夏枸杞产量进行研究,结果表明枸杞的产量有明显的增加,增幅达到显著水平^[30-31]。该研究与前人的研究结果基本一致,结果表明几种新型肥料能使枸杞产量有不同程度的增加,综合来看,在青海省柴达木地区和乌兰地区ZN2处理的增产幅度最大。

张晓煜等^[32]研究表明,不同的土壤与气候差异导致枸杞品质层次等级的不同,王晶^[33]通过生态有机肥在枸杞上应用效果发现,生态有机肥不仅能提高枸杞的产量,还可以改善枸杞的品质,但也有研究得出相反的结论,有机肥和化肥配施与单施化肥,对当年枸杞果实品质中的粗蛋白、总糖和多糖含量影响不大^[34]。该研究中,枸杞多糖含量的也体现出了地区性差异,诺木洪试验地CK多糖含量最高,施肥处理并没有使诺木洪试验地枸杞多糖含量增加;乌

兰试验地HY、ZN1、ZN2处理的枸杞多糖含量显著高于CK。综上,在枸杞种植管理过程中施肥要因地制宜,选择最适宜的肥料。

乌兰枸杞试验地土壤平均总碳、全氮含量均高于诺木洪试验地;新型改性化肥配施有机肥、微生物肥相比单施化肥有助于枸杞对土壤氮素利用,减缓氮素在土壤中累积。新型改性氮肥配施微生物肥及其有机肥微生物肥配施均能增加土壤碳的积累;不同新型肥料配施均能使枸杞产量有不同程度的增加。不同新型肥料配施处理并没有使诺木洪试验地枸杞多糖含量增加;乌兰试验点,HY、ZN1、ZN2施肥的枸杞多糖含量显著升高。

参考文献

- [1] 李钰,何文寿,张学军,等.枸杞土壤肥力与合理施肥技术研究进展[J].农业科学研究,2006,27(2):62-65.
- [2] 张自萍,史晓文,曹丽华,等.枸杞品质及其与土壤肥力关系的研究[J].中草药,2008,39(8):1238-1242.
- [3] 吴广生,唐慧峰,李瑞鹏.宁夏枸杞在青海的发展现状[J].宁夏农林科技,2008(2):62-63.
- [4] 刘赛,李云翔,柯英,等.宁夏主要枸杞产地土壤环境质量现状与评价[J].中国土壤与肥料,2016(2):21-26.
- [5] 马世震,彭炳成,董琪,等.生态专用肥在枸杞生产上的应用[J].西北农业学报,2014,23(8):149-154.
- [6] 付永强,豆攀,郭萍,等.尿素种类与施肥方式对川中丘陵区春玉米产量及氮素利用的影响[J].干旱区资源与环境,2015,29(12):115-119.
- [7] 王亮,秦玉波,于阁杰,等.新型缓控释肥的研究现状及展望[J].吉林农业科学,2008,33(4):38-42.
- [8] 雷宝坤,刘宏斌,陈安强,等.长期定位施肥对土壤的碳氮共效应情景分析[J].生态环境学报,2014(10):1567-1573.
- [9] 胡振宏,何宗明,范少辉,等.剩余物管理措施对二代杉木人工林土壤全碳、全氮含量的长期效应[J].生态学报,2013,33(13):4205-4213.
- [10] 罗华,李敏,胡大刚,等.不同有机肥对肥城桃果实产量及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2012(4):955-964.
- [11] 李俊,姜昕,李力,等.微生物肥料的发展与土壤生物肥力的维持[J].中国土壤与肥料,2006(4):1-5.
- [12] 褚长彬,吴淑杭,张学英,等.有机肥与微生物肥配施对柑橘土壤肥力及叶片养分的影响[J].中国农学通报,2012,28(22):201-205.
- [13] 宋波,毛小云,杜建军,等.控释技术处理碳铵、尿素的肥效及其机理初探[J].植物营养与肥料学报,2003,9(1):50-56.
- [14] 徐婷婷,宋鹏慧,闫暮春,等.改性尿素施用对氨挥发量及无机氮变化的影响[J].中国土壤与肥料,2013(5):29-33.
- [15] 吴平霄,廖宗文,毛小云.改性尿素的肥效及淋溶特性研究初探[J].土壤与环境,2000,9(1):75-76.
- [16] 贾文红.不同新型肥料对设施小果型西瓜产量及品质的影响[J].中国瓜菜,2015(6):47-50.
- [17] 韩蔚娟,王寅,陈海潇,等.黑土区玉米施用新型肥料的效果和环境效应[J].水土保持学报,2016(2):307-311.
- [18] 姚义,谢成林,吴嘉点,等.新型肥料“丰卉尿素”在水稻上的应

用效果初探[J]. 中国稻米, 2016(1):79-81.

[19] 李国梁, 刘永军, 史俊友, 等. 柴达木枸杞几种活性成分分析[J]. 分析试验室, 2009, 28(B05):286-288.

[20] 李涵. 不同耕作模式与施肥处理对土壤碳氮的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.

[21] 夏立忠, 李忠佩, 杨林章, 等. 大棚栽培番茄不同施肥条件下土壤养分和盐分组成与含量的变化[J]. 土壤, 2005, 37(6):620-625.

[22] KUZUYAKOV Y, DOMANSKI G. Carbon input by plants into the soil[J]. Journal of Plant Nutrition & Soil Science, 2000, 163(4):421-431.

[23] 李月梅, 杨文辉, 高玉亭, 等. 柴达木盆地枸杞种植园土壤养分状况评价[J]. 广东农业科学, 2013, 40(24):51-54.

[24] 陈月娣, 张耿苗, 寿益女, 等. 化肥配施微生物肥对水稻甬优 15 产量与氮肥利用率的影响[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(4):461-463.

[25] 王伯仁, 李冬初, 蔡泽江, 等. 长期不同施肥对红壤碳氮储量的影响[J]. 土壤通报, 2011(4):808-811.

[26] 朱莱红, 董彩霞, 沈其荣, 等. 配施有机肥提高化肥氮利用效率的微生物作用机制研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(2):

282-288.

[27] 徐婷婷, 宋鹏慧, 闫暮春, 等. 改性尿素施用对氨挥发量及无机氮变化的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(5):29-33.

[28] 林治安, 赵秉强, 袁亮, 等. 长期定位施肥对土壤养分与作物产量的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(8):2809-2819.

[29] 邢英英, 张富仓, 张燕, 等. 滴灌施肥水肥耦合对温室番茄产量、品质和水氮利用的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(4):713-726.

[30] 王三英, 蔡国军, 张宝琳, 等. 配方施肥对枸杞品质及产量的影响[J]. 经济林研究, 2012, 30(3):61-65.

[31] 罗青, 李晓莺, 何军, 等. NutriSmart 生态肥料对枸杞产量与品质的影响[J]. 北方园艺, 2007(9):39-40.

[32] 张晓煜, 刘静, 王连喜. 枸杞品质综合评价体系构建[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3):416-421.

[33] 王晶. 生态有机肥对宁夏枸杞品质形成的影响[J]. 北方园艺, 2015(4):159-161.

[34] 赵营, 罗健航, 任福聪, 等. 有机肥和化肥配施对枸杞果实产量与品质的影响[J]. 宁夏农林科技, 2007(4):17-18.

Effect of New-style Fertilizer on Soil Carbon, Nitrogen and Yield of *Lycium barbarum* L. Fruit

WANG Zhen, LIU Pan, WANG Wenying

(Department of Life and Geography Sciences, Qinghai Normal University, Xining, Qinghai 810008)

Abstract: Taking four new-style fertilizer(Ruiliyuan(RLY), Huiyuan(HY), Zhongnong No. 1(ZN1), Zhongnong No. 2(ZN2)) as test materials, conventional fertilizer as control. The study was carried on Nuomuhong and Wulan in Haixi prefecture, Qinghai province. The effect of new-style fertilizer on soil carbon, nitrogen in rhizosphere of *Lycium barbarum* L. as well as the yield, the quality of *Lycium barbarum* L. fruit was studied. The results showed that, 1) In Nuomuhong experimental plot, the soil total carbon content of RLY, ZN2 fertilization treatments compared with CK treatment increased by 4.49% and 3.55%, soil total nitrogen content of four treatments was less than CK. In Wulan experimental plot, soil total carbon content of RLY, ZN1, ZN2 fertilization treatments compared with CK risen by 2.75%, 2.33%, 1.71%, respectively. Soil total nitrogen content of four treatments was also less than CK. 2) Compared with CK treatment, the yield of *Lycium barbarum* L. fruit increased by 21.8% (RLY), 23.9% (HY), 12.7% (ZN1), 25.4% (ZN2) in Nuomuhong plot, the growth rate of yield of *Lycium barbarum* L. fruit in Wulan plot was 12.7% (RLY), 9.9% (HY), 1.1% (ZN1), 21.1% (ZN2) respectively. The *Lycium barbarum* L. fruit production with ZN2 fertilization treatment was the highest in Nuomuhong and Wulan sites. 3) The application of the new-style fertilizer did not rise the polysaccharide content of *Lycium barbarum* L. fruit in Nuomuhong site. Polysaccharide content of *Lycium barbarum* L. fruit which HY, ZN1, ZN2 fertilization treatments were used in Wulan site was significantly higher than CK treatment.

Keywords: *Lycium barbarum* L.; fertilization; soil carbon; soil nitrogen; yield