

柴达木地区枸杞干物质积累及养分吸收特性研究

李月梅^{1,2}, 杨文辉^{1,2}, 塔林葛娃^{1,2}, 高玉亭^{1,2}

(1. 青海省农林科学院 土壤肥料研究所, 青海 西宁 810016; 2. 农业部西宁农业环境科学观测实验站, 青海 西宁 810016)

摘要:以青海省柴达木地区目前栽培较广的“宁杞5号”为研究对象,研究滴灌施肥条件枸杞干物质积累、枸杞产量与氮磷钾含量、氮磷钾积累量的变化规律。结果表明:枸杞全生育期干物质积累量呈“S型”曲线变化,在盛果期至秋果期干物质积累达到最高峰,叶片在不同时期总干物质积累量中的比例在77.5%~6.64%变化。柴达木地区枸杞养分主要限制因子为氮,其次为钾和磷,且养分吸收高峰出现在8月下旬的盛果期。每生产100 kg枸杞干果养分的需求量平均为N 11.2 kg、P₂O₅ 2.2 kg、K₂O 6.7 kg。当年新生油条是氮、磷、钾养分的优先分配部位。

关键词:柴达木地区;枸杞;干物质;养分吸收;滴灌

中图分类号:S 793.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)09-0127-06

柴达木盆地是青海省枸杞主要种植区域,自20世纪初柴达木地区开始大规模引进枸杞以来,其种植面积逐渐扩大。青海省人民政府对发展枸杞产业高度重视,将其列入加大农业结构调整,加快农牧民增收、推动防沙治沙及生态农业建设的重点工程之一^[1]。在一系列优惠政策推动下,枸杞已成为当地优势特色产业^[2]。目前,柴达木地区内的格尔木市、德令哈市、都兰县和乌兰县已形成四大枸杞种植基地,并逐步形成青海省最大的枸杞产业带^[3]。目前柴达木地区枸杞园在肥料施用上存在施肥结构、施肥时间不合理,偏施氮肥,随意施肥等现象,造成了不应有的经济损失,同时大水漫灌可能导致养分淋失造成环境污染^[4]。针对这种现状,研究柴达木地区独特生境条件下枸杞养分吸收和积累具有重要意义。枸杞需肥特性和施肥效应的研究报道多见于宁夏、甘肃等地^[5-7],青海地区有关枸杞的文献则集中于育种栽培^[4,8-10]、产业发展^[1-2,11-12]、资源开发^[3]、果实有效成分和元素分析^[13-14]方面。柴达木地区农用水资源紧缺,枸杞种植须应用滴灌技术是大势所趋,在掌握枸杞养分吸收特性的基础上研发出适合柴达木枸杞的滴灌肥,将具有良好的应用前景。因此课题组于2013年在青海省德令哈市设置田间试验。研究在氮磷钾肥滴施条件对成龄枸杞树干物质和氮、磷、钾吸收和积累的影响,以期对枸杞养分高效管理提供技术依据,并为青海省枸杞产

业健康、可持续发展提供决策支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于青海省海西州德令哈市怀头他拉镇德令哈市柴达木防沙治沙公司试验基地(北纬37°19'42.6"、东经96°43'41.8")。海拔2 854 m,德令哈市平均海拔2 700~2 900 m,地形由北向南为冲积倾斜平原,地势比较平坦,土层厚度一般在40~80 cm。气候属中纬度高原地区,气温较差大,光能资源丰富,雨热同季,具有典型的大陆性气候特征。该地区的年平均气温为3.6℃,全年极端最高气温36.2℃,极端最低气温-27.2℃;日平均≥0℃的日数为216 d,积温2 363.9℃。多年平均降水量124.6 mm,蒸发量为2 242.8 mm。年平均日照时数为3 083.9 h,年总辐射量704.2 kJ/cm²。目前德令哈市枸杞种植面积为6 200 hm²,占整个柴达木地区种植面积的30.7%。

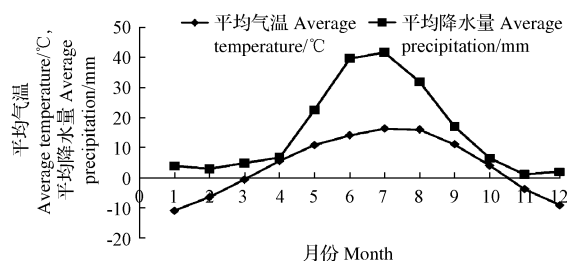


图1 德令哈地区不同月份年降水量及平均气温

Fig. 1 The average precipitation and average temperature at different months in Delingha area

1.2 试验材料

供试枸杞品种为“宁杞5号”,树龄4年,株距1 m,行

第一作者简介:李月梅(1974-),女,博士研究生,副研究员,现主要从事农业环境与植物营养等研究工作。E-mail: yuemeli2002@hotmail.com.

基金项目:青海省重大科技专项资助项目(2012-N-A8)。

收稿日期:2015-01-19

距 3 m, 密度为 220 株/667m²。水源为 150 m 深机井管道输水灌溉。据养分测试结果, 土壤肥力属较高水平。土壤

类型为棕钙土, 试验田土壤基本理化性状见表 1。该地块由海西源升农牧综合开发有限责任公司负责田间管理。

表 1

试验地土壤基本理化性状

Table 1

The nutrition states of soil in the experiment site

全 N	全 P ₂ O ₅	全 K ₂ O	碱解 N	速效 P	速效 K	有机质	全盐	pH 值
Total N	Total P ₂ O ₅	Total K ₂ O	Alkalystic N	Available P	Available K	Organic matter	Total salt	pH value
/(g · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)	/(g · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	/(mg · kg ⁻¹)	pH value
1.23	1.35	31.80	309	34.7	427	15.15	6.29	8.20

1.3 试验方法

该研究旨在了解枸杞在滴灌条件下平衡施用氮、磷、钾肥的效果, 每个试验的肥料用量是在综合考虑土壤养分含量、作物目标产量及当地农民习惯施肥水平下确定的。N、P₂O₅、K₂O 总施用量分别为 225.0、112.5、90.0 kg/hm², 氮磷钾肥全部随水滴施。灌水量按大田常规灌溉量(3 300 m³/hm²) 进行, 由水表控制每次的灌溉量。枸杞园管理及病虫害防治同大田。所用氮磷钾肥料分别为尿素(N 46%)、磷酸一铵(P₂O₅ 52%; N 12%)、氯化钾(K₂O 57%)。2013 年 5 月 25 日萌芽期, 2013 年 5 月 29 展叶期, 2013 年 6 月 25 日进入现蕾期。第 1 茬果在 2013 年 7 月 28 日采收, 第 2、3、4 茬果分别在 2013 年 8 月 11 日、8 月 30 日和 9 月 14 日采收。

表 2 全生育期枸杞水量分配

Table 2 The distributions of irrigation water during the growing period of *Lycium barbarum*

灌水时间	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
Irrigation time	April	May	June	July	August	September
水量						
Irrigation water use	35	40	70	25	20	10
/(m ³ · (667m ²) ⁻¹)						

表 3 全生育期枸杞肥量分配

Table 3 The distribution of chemical fertilizers during the growing period of *Lycium barbarum*

施肥时间	4 月上旬	5 月上旬	6 月上旬	7 月中下旬	8 月中旬	9 月上旬
Fertilization time	Early April	Early May	Early June	Late-Middle of July	Middle of August	Early September
N/%	15	20	20	20	15	10
P ₂ O ₅ /%	10	20	20	20	20	10
K ₂ O/%	10	20	20	20	20	10

注: N%、P₂O₅%、K₂O% 指不同时期不同肥料占其总施用量的比例。

1.4 项目测定

每次选取长势均一、树龄均为 4 年的枸杞树取样 3 株, 取样间隔为 30 d, 取样时将整个植株除主茎外, 分别按油条枝、油条叶、3 年枝、3 年叶、4 年枝、4 年叶洗净, 分为不同器官, 105℃ 杀青 30 min, 于 60℃ 恒温烘干称重。磨细过 0.5 mm 筛测定氮、磷、钾养分含量。分别用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 半微量凯氏定氮法测定全氮含量, 钒钼黄比色法测定全磷含量, 火焰光度计法测定全钾含量。

2013 年 7 月中旬至 10 月 30 日, 对各处理选取长势

均一的标准株定位标记, 每次对 5 株进行采收, 每株单独计量鲜果重, 另采取约 500 g 样品, 标明处理后带回室内。称量所采鲜果样品重后, 将果实置于鼓风烘箱内 60℃ 条件下, 烘干至恒重计量其干果重, 以获取水分换算系数用以计算每株干果产量。将历次样品如上处理后, 10 月份统计各处理单株鲜果重、单株干果产量。

1.5 数据分析

试验数据采用 Excel 软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 枸杞不同生育进程干物质累积规律

由图 2 可知, 从现蕾期至休眠期, 枸杞树当年干物质积累量随生育进程的推进呈增长趋势, 在盛果期至秋果期干物质积累达到最高峰, 之后呈逐渐下降趋势, 全生育期当年干物质积累量达 2 396 kg/hm²。枸杞树叶片干物质积累量随生育进程亦呈较为平缓的峰型变化趋势, 现蕾期至盛果期, 为逐渐上升阶段, 峰值达 995 kg/hm², 叶重占不同时期总干物质重的比例由 77.5% 下降至 45.8%; 盛果期至休眠期逐渐下降, 生长末期叶片积累量仅为 100 kg/hm², 此时叶重占不同时期总干物质重的比例仅为 6.64%, 至生长季结束, 所有叶片均脱落并进入土壤, 整个年度生长周期内 995 kg/hm² 的叶片被返还到土壤中, 成为土壤有机质的重要补充来源。枸杞果重呈则明显的“S 型”曲线变化, 在生长末期, 枸杞果干物质总积累量达到最高 979 kg/hm², 其占不同时期总干物质重的比例也由夏果期的 8.3% 增长到秋果期结束后的

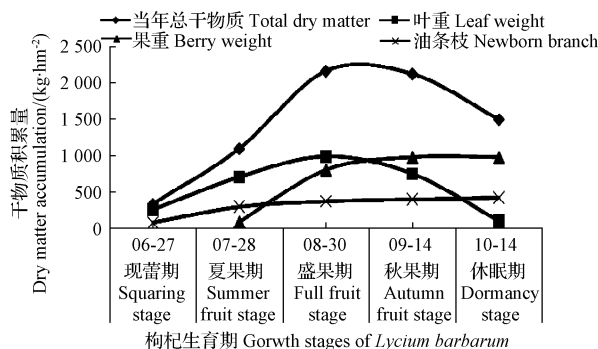


图 2 不同时期枸杞当年干物质积累特点

Fig. 2 Dynamics of dry matter accumulation of *Lycium barbarum* at different stages in current year

65.2%。油条枝的累积量虽在生长初期较小,仅为 74 kg/hm²,但在夏果期至休眠期时基本稳定,始终保持在 300~400 kg/hm²,其占不同时期总干物质重的比例也由基本在 20%左右浮动,油条枝在修剪后将成为来年结果枝的主要部分。

2.2 枸杞树不同生育期不同器官养分含量变化

2.2.1 含氮量 由图 3 可知,随生育进程的推进枸杞树不同部位氮素含量呈不同变化趋势,现蕾期至秋果期叶片含 N 量随枸杞生长逐渐下降,叶片平均含 N 量均高于枝条,果实与其它部位相比,具有较高的含 N 量,油条枝和油条叶始终是氮素分配的优势部位。现蕾期时,4 龄枸杞树不同器官含 N 量由大到小依次为油条叶>4 年叶>3 年叶>油条枝>4 年枝>3 年枝,油条叶和油条枝均具有相对较高的含 N 量,分别为 3.905% 和 2.333%,总体比较,叶片中含 N 量高于枝条,平均高出 2.6 倍。夏果期,不同部位含 N 量则为油条叶>4 年叶>3 年叶>枸杞果>油条枝>4 年枝>3 年枝,表明油条叶作为当年新生组织得到优先供应的氮素,果实作为生殖器官也占有相当的氮素比例。盛果期,光合器官叶片依然保持较高含氮量,枸杞果含 N 量增加迅速,居第 2 位,油条枝和叶仍然保持明显较高的比例。秋果期时,各叶片部位较前一生长阶段均有所下降,枝条含 N 量无明显变化,果实成为含 N 量最高的生长部位。

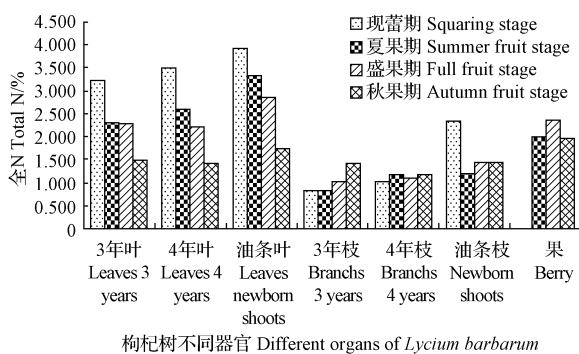


图 3 枸杞树关键生育期不同部位含 N 量

Fig. 3 The contents of nitrogen in different organs at key growth stages of *Lycium barbarum*

2.2.2 含磷量 由图 4 可知,随生育进程的推进枸杞树不同部位磷素含量有一定规律。现蕾期至秋果期叶片含磷量随枸杞生长逐渐下降,叶片平均含磷量均高于枝条,油条枝和油条叶始终是磷素分配的优势部位。现蕾期时 4 龄枸杞树不同器官含磷量由大到小依次为油条叶>4 年叶>油条枝>3 年叶>4 年枝>3 年枝,油条叶和油条枝均具有相对较高的含磷量,分别为 0.313% 和 0.268%。夏果期,不同部位含磷量则为油条叶>枸杞果>4 年叶>3 年叶>油条枝>4 年枝>3 年枝,表明油条叶作为当年新生组织得到优先供应的磷素,枸杞果在

结果期也得到了较多的磷素供应。盛果期枸杞果和 3 年叶含磷量较高。秋果期时,各叶片部位较前一生长阶段均有所下降,枝条含磷量也略有下降,果实和油条叶含磷量较高。

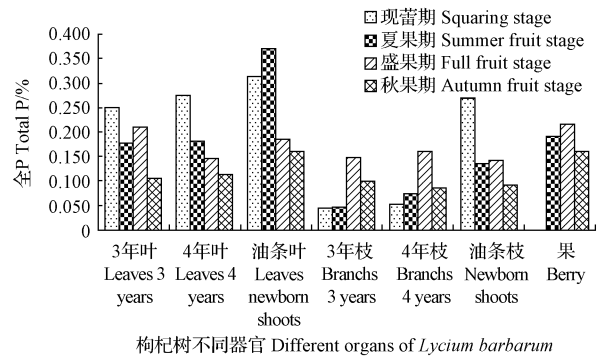


图 4 枸杞树关键生育期不同部位 P 素含量

Fig. 4 The contents of phosphorus in different organs at key growth stages of *Lycium barbarum*

2.2.3 含钾量 由图 5 可知,随枸杞生育期的推进,不同部位先后成为钾素富集中心。现蕾期时,油条枝和油条叶均是钾素含量较高的部位,其含 K 量分别为 2.355% 和 1.305%,明显高于其它部位。夏果期,油条叶、枸杞果和油条枝均较高含量钾素,其含量分别为 1.607%、1.494% 和 1.304%,其它部位均不足 1.000%;盛果期,枸杞果成为钾素含量最高的富集中心,油条枝的优势地位下降,油条叶和 4 年叶则相对较高。秋果期枸杞果和油条叶继续保持富钾优势。由此可见,在生长初期,新生部位优先得到钾素分配,尤其是当年生的油条始终具有富钾优势,随着生育进程生殖器官枸杞果实得到较多的钾素分配,并形成较大的资源优势。

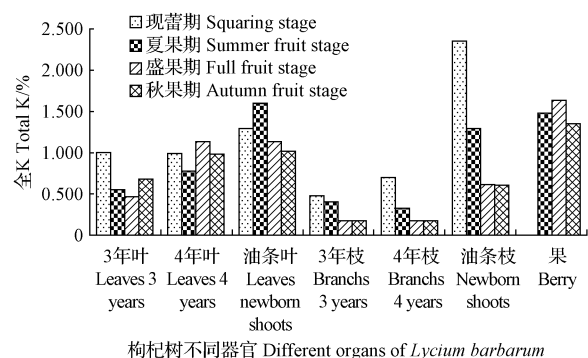


图 5 枸杞树关键生育期不同部位 K 素含量

Fig. 5 The contents of potassium in different organs at key growth stages of *Lycium barbarum*

2.3 氮磷钾肥滴施对成龄枸杞树周年养分吸收量的影响

2.3.1 吸氮量 由表 4 可知,按吸氮量由大到小依次为:盛果期>夏果期>秋果期>现蕾期,其吸氮量分别

为 44.12、30.59、25.54、12.84 kg/hm², 分别占周年总吸氮量的 39.0%、27.0%、22.6% 和 11.4%。现蕾期时油条叶、4 年叶和油条枝是吸氮量较高的部位, 其吸氮量占该时期总吸氮量的 42.5%、26.5% 和 13.5%, 氮素优先分配给了枸杞树新生组织以满足生长需要。夏果期, 油条叶保持了绝对的吸氮优势地位, 其吸氮量占该时期总吸收量的 58.1%; 盛果期枸杞果吸氮比例由夏果期

6.0% 上升至 21.4%, 成为除油条叶之外的第 2 个吸氮中心。秋果期枸杞果和油条叶继续保持吸氮优势。综合比较周年生育期内枸杞树不同部位吸氮量, 其吸氮量大小依次为: 油条叶 > 油条枝 > 枸杞果 > 4 年叶 > 4 年枝 > 3 年枝 > 3 年叶, 其中油条叶吸氮量占周年总吸氮量的 49.9%。

表 4

枸杞树关键生育期 N 素吸收量

Table 4

The rate of N uptake at key growth stages of *Lycium barbarum*

部位 Organs	现蕾期 Squaring stage		夏果期 Summer fruit stage		盛果期 Full fruit stage		秋果期 Autumn fruit stage		周年生育期 Annual growth period	
	吸氮量 N accumulation	比例 Ratio	吸氮量 N accumulation	比例 Ratio	吸氮量 N accumulation	比例 Ratio	吸氮量 N accumulation	比例 Ratio	吸氮量 N accumulation	比例 Ratio
	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%
3 年叶 Leaves 3 years	0.58	4.5	0.49	1.6	0.80	1.8	0.24	0.9	2.11	1.8
4 年叶 Leaves 4 years	3.41	26.5	3.91	12.7	4.59	10.4	1.20	4.7	13.11	11.6
油条叶 Leaves newborn shoots	5.46	42.5	17.76	58.1	21.35	48.4	11.35	44.4	55.92	49.4
3 年枝 Branches 3 years	0.83	6.5	1.84	6.0	0.87	2.0	1.67	6.5	5.21	4.6
4 年枝 Branches 4 years	0.83	6.5	1.24	4.1	1.83	4.1	2.05	8.0	5.95	5.3
油条枝 Newborn shoots	1.73	13.5	3.51	11.5	5.23	11.9	5.66	22.2	16.13	14.3
果 Berry	—	—	1.84	6.0	9.45	21.4	3.37	13.3	14.66	13.0
合计 Total	12.84	100.0	30.59	100.0	44.12	100.0	25.54	100.0	113.09	100.0

表 5

枸杞树关键生育期 P₂O₅ 吸收量

Table 5

The rate of P₂O₅ uptake at key growth stages of *Lycium barbarum*

部位 Organs	现蕾期 Squaring stage		夏果期 Summer fruit stage		盛果期 Full fruit stage		秋果期 Autumn fruit stage		周年生育期 Annual growth period	
	吸磷量 P ₂ O ₅ accumulation	比例 Ratio	吸磷量 P ₂ O ₅ accumulation	比例 Ratio	吸磷量 P ₂ O ₅ accumulation	比例 Ratio	吸磷量 P ₂ O ₅ accumulation	比例 Ratio	吸磷量 P ₂ O ₅ accumulation	比例 Ratio
	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%
3 年叶 Leaves 3 years	0.10	4.2	0.09	1.3	0.17	2.1	0.04	0.8	0.40	1.8
4 年叶 Leaves 4 years	0.62	25.9	0.63	8.9	0.69	8.5	0.22	4.6	2.16	9.6
油条叶 Leaves newborn shoots	1.00	41.8	4.56	64.6	3.19	39.1	2.42	50.5	11.17	49.9
3 年枝 Branches 3 years	0.11	4.6	0.24	3.4	0.29	3.6	0.27	5.6	0.91	4.1
4 年枝 Branches 4 years	0.10	4.3	0.18	2.5	0.62	7.6	0.35	7.3	1.25	5.6
油条枝 Newborn shoots	0.46	19.2	0.92	13.1	1.20	14.7	0.84	17.6	3.42	15.3
果 Berry	—	—	0.44	6.2	1.99	24.4	0.64	13.4	3.06	13.7
合计 Total	2.39	100.0	7.06	100.0	8.15	100.0	4.78	100.0	22.38	100.0

2.3.2 吸磷量 由表 5 可知, 按吸磷量由大到小依次为: 盛果期 > 夏果期 > 秋果期 > 现蕾期, 其吸磷量分别

为 8.15、7.06、4.78、2.39 kg/hm², 分别占周年总吸磷量的 36.8%、29.5%、23.3% 和 10.4%。现蕾期时油条叶、

表 6

枸杞树关键生育期 K₂O 吸收量

Table 6

The rate of K₂O uptake at key growth stages of *Lycium barbarum*

部位 Organs	现蕾期 squaring stage		夏果期 Summer fruit stage		盛果期 Full fruit stage		秋果期 Autumn fruit stage		周年生育期 Annual growth period	
	吸钾量 K ₂ O accumulation	比例 Ratio	吸钾量 K ₂ O accumulation	比例 Ratio	吸钾量 K ₂ O accumulation	比例 Ratio	吸钾量 K ₂ O accumulation	比例 Ratio	吸钾量 K ₂ O accumulation	比例 Ratio
	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%	/(kg · hm ⁻²)	%
3 年叶 Leaves 3 years	0.22	3.1	0.14	0.7	0.20	0.8	0.13	0.8	0.69	1.0
4 年叶 Leaves 4 years	1.18	16.9	1.41	7.2	2.86	11.6	1.00	6.4	6.45	9.6
油条叶 Leaves newborn shoots	2.19	31.4	10.37	52.6	10.30	41.9	8.11	52.0	30.97	46.4
3 年枝 Branches 3 years	0.60	8.6	1.11	5.6	0.18	0.7	0.25	1.6	2.14	3.2
4 年枝 Branches 4 years	0.69	9.9	0.43	2.2	0.36	1.5	0.37	2.4	1.85	2.8
油条枝 Newborn shoots	2.10	30.1	4.62	23.4	2.75	11.2	2.93	18.8	12.40	18.5
果 Berry	0.00	0.0	1.64	8.3	7.94	32.3	2.81	18.0	12.39	18.5
合计 Total	6.98	100.0	19.72	100.0	24.59	100.0	15.60	100.0	66.89	100.0

4 年叶和油条枝是吸磷量较高的部位,其吸磷量占该时期总吸磷量的 41.8%、25.9%和 19.2%。夏果期油条叶保持了绝对的吸磷优势地位,其吸磷量占该时期总吸收量的 68.9%;盛果期枸杞果吸磷比例由夏果期 6.2% 上升至 24.4%,成为除油条叶之外的吸磷部位。秋果期枸杞果和油条枝和叶继续保持吸磷优势。综合比较周年生育期内枸杞树不同部位吸磷量,其吸磷量大小依次为:油条叶>油条枝>枸杞果>4 年叶>4 年枝>3 年枝>3 年叶,其中油条叶吸磷量占周年总吸磷量的 49.9%。

2.3.3 吸钾量 随枸杞生育进程前进,年周期内枸杞钾素吸收量呈单峰曲线变化,按吸钾量由大到小依次为盛果期>夏果期>秋果期>现蕾期,其吸钾量分别为 24.59、19.72、15.60、6.98 kg/hm²,分别占周年总吸钾量 36.8%、29.5%、23.3%和 10.4%。现蕾期时油条叶和油条枝是吸钾量较高的部位,其吸钾量占该时期总吸钾量的 31.4%、30.1%。夏果期油条叶保持了吸钾优势,其吸钾量占该时期总吸收量的 52.6%;盛果期枸杞果吸钾比例由夏果期 8.3%上升至 32.3%,成为除油条叶之外的吸钾部位。秋果期枸杞果和油条枝和叶继续保持吸钾优势。综合比较周年生育期内枸杞树不同部位吸钾量,其吸钾量大小依次为:油条叶>油条枝=枸杞果>4 年叶>3 年枝>4 年枝>3 年叶,其中油条叶吸钾量占周年总吸钾量的 46.3%。

2.4 养分吸收量

由图 6 可知,年周期内枸杞对氮的吸收量最高,达到 113.09 kg/hm²,在现蕾期、夏果期、盛果期和秋果期其 N 吸收量分别占年周期内总吸 N 量的 11.4%、27.0%、39.0%和 22.6%。其次是钾素吸收量,在现蕾期、夏果期、盛果期和秋果期其 N 吸收量分别占年周期内总吸 N 量的 10.4%、29.5%、36.8%和 23.3%。磷素吸收量最低,年周期内仅为 22.38 kg/hm²,在现蕾期、夏果期、盛果期和秋果期其 N 吸收量分别占年周期内总吸 N 量的 10.7%、31.5%、36.4%和 21.4%。

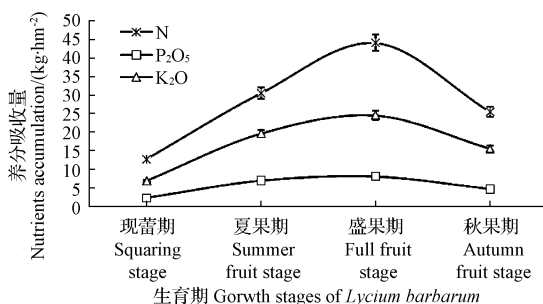


图 6 枸杞不同生育期氮磷钾养分吸收动态

Fig. 6 Dynamics of nutrients accumulation of *Lycium barbarum* at different growth stages

表 7 百千克干果养分吸收量比较

Table 7 The compare of the rates of nutrient uptake per hundreds of kilograms of dried fruit

百千克干果养分吸收量			N : P : K	数据来源 Data sources
Nutrient uptake per hundreds of kilograms of dried fruit/kg				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
11.20	2.20	6.7	1 : 0.20 : 0.60	该研究
9.70	15.60	3.4	1 : 1.60 : 0.35	秦雪峰 ^[16]
21.93	10.83	3.5	1 : 0.49 : 0.16	钟胜元 ^[16]
38.20	28.00	8.1	1 : 0.73 : 0.21	胡忠庆 ^[17]

该研究条件下获得的百千克枸杞干果养分吸收量与文献中数据进行了对比,以往文献研究多在宁夏地区开展,该研究则在柴达木地区进行,就产量水平而言,低于宁夏地区产量。宁夏地区文献^[15-17]中对养分吸收均表现为氮>磷>钾或磷>氮>钾,而该研究中则表现为氮>钾>磷。百千克干果氮素吸收量与文献相比,处于中等水平;该研究中的百千克干果磷素吸收量最低,仅为 2.2 kg,但百千克干果钾素吸收量处于较高水平,N : P : K 养分比为 1 : 0.20 : 0.60,说明与宁夏地区相比,柴达木地区枸杞养分吸收偏重于氮、钾,磷素次之。

3 讨论

目前枸杞养分吸收特性文献多见于宁夏地区的研究结果。李惠霞等^[6]研究了盐渍化土壤上的宁夏枸杞不同生育期的叶片养分变化规律,提出叶片全氮含量在全生育期均呈“M”型变化趋势,而该研究中不同叶片含 N 量均呈下降趋势。宁夏地区研究结果认为叶片在整个生育期全磷含量变化都不是很大,基本趋于平缓^[6],这与胡忠庆^[17]的研究结果一致;而该研究中油条叶是夏果期干物质质量积累最多的部位,其对磷素的吸收出现一个高峰,之后随着生育进程而下降,与宁夏地区研究结果不同。有学者认为 3 年生枸杞树现蕾初期叶片全钾含量较高,到秋果后期含量逐渐降低^[6],李友宏等^[18]的研究结果与此相同;该研究中油条叶含钾量在叶片中最高,其在夏果期(7 月下旬)对叶片含钾量达到高峰,之后呈逐渐下降趋势,表明花果期枸杞叶片有快速的吸取大量钾素的营养特性。综合比较 1 年内养分吸收特征,该研究结果表明年周期内氮、钾养分吸收呈单峰型变化,氮、钾养分的吸收高峰出现在 8 月下旬的盛果期,而磷素吸收相对较为平缓。而宁夏地区的研究结果表明氮素的吸收高峰期有 2 个,分别是夏果膨大期、秋果膨大期^[6]。究其原因,可能是由于宁夏地区枸杞在夏果期和秋果期之间存在一个由于高温导致的休眠期,造成宁夏枸杞一年发育 2 次,从而产生 2 个养分吸收高峰,而柴达木地区由于气候干旱、夏无酷暑,枸杞花果期 6—9 月中 7 月的最高温度 23.9℃、最低温度 11.8℃,空气湿度 35%,满足枸杞开花最适宜温度为 17~22℃,果实发育最适宜温度 20~25℃的生长条件,特殊的气候条件远优

于宁夏地区,这也是造成2个地区间枸杞养分吸收规律不同的原因之一^[19]。

年周期内枸杞干物质积累和养分吸收特性是制定不同时期肥料合理分配比例及施用技术的重要依据。该研究中枸杞对氮素吸收占主导地位,其次为钾素和磷素,N:P:K养分比为1:0.20:0.60。而当地习惯施肥中则N:P:K养分比为1:0.86:0.04,明显可以看出磷肥投入量过大,钾肥投入少,造成施肥比例失衡,加之磷肥利用率较低,植物可以吸收利用的磷素量较少,从而造成了肥料资源的浪费,并导致肥料成本增加。因此,应根据研究结果对当地施肥习惯进行合理调整,并据养分吸收特性研制适合不同生育阶段的专用肥、滴灌肥是当务之急。

通过该研究可以为柴达木地区枸杞的合理施肥提供参考,但该试验对滴灌施肥是否影响戈壁生境下土壤剖面中的空间分布并未涉及,特别是滴灌是否会造成土壤盐分的上升也有待于进一步深入探索,这对柴达木地区的盐渍化土地利用与改良具有重要的理论和实践意义。柴达木地区枸杞养分主要限制因子为氮,其次为钾和磷,且养分吸收高峰出现在8月下旬的盛果期。枸杞植株当年干物质积累量随生育进程的推进呈“S型”曲线变化,在盛果期至秋果期干物质积累达到最高峰,叶片在不同时期总干物质积累量中始终占据较大比例。当年新生油条是氮、磷、钾养分的优先分配部位。

参考文献

[1] 樊光辉,王占林.青海柴达木枸杞产业升级的机遇与挑战[J].青海科技,2011(6):5-7.

- [2] 赵晓葵.青海柴达木地区枸杞经济的产业化研究[J].青海民族大学学报(社会科学版),2011(2):96-99.
- [3] 刘红献,铁桂春.青海省枸杞资源及开发情况调查[J].草业与畜牧,2009(1):9.
- [4] 徐宗才,马明呈,田丰.柴达木地区枸杞栽培中存在的技术问题及解决措施[J].青海大学学报(自然科学版),2012(4):69-71.
- [5] 贺春燕,张广忠,李岁成.甘肃中部引黄灌区枸杞施肥管理与土壤养分状况调查分析[J].甘肃林业科技,2011,36(2):6-10.
- [6] 李惠霞,何文寿,王晓军.盐渍化土壤枸杞叶养分变化规律研究[J].北方园艺,2011(9):74.
- [7] 朱建祥,董平,张惠敏,等.枸杞配方肥校正研究[J].宁夏农林科技,2011,52(7):67-68.
- [8] 郭辉,沈宁东.柴达木盆地枸杞的资源状况及其栽培繁育研究进展[J].青海师范大学学报(自然科学版),2009(1):65-66.
- [9] 杨文辉,朱春来,韩燕,等.格尔木地区枸杞种植[J].黑龙江农业科学,2008(6):98-99.
- [10] 马顺虎,周舰,何玉贤.柴达木地区宁夏枸杞栽培技术[J].青海农林科技,2008(2):97-98.
- [11] 曾理,康永祥,余贝贝.青海诺木洪枸杞产业园区可持续规划研究[J].北方园艺,2011(23):84.
- [12] 石建平.试论海西州枸杞产业发展[J].青海农林科技,2012(2):30-31.
- [13] 杨文君.柴达木枸杞果实外观性状及有效成分的研究与评价[D].西宁:青海大学,2012.
- [14] 矫晓丽,迟晓峰,董琦,等.柴达木野生黑果枸杞营养成分分析[J].氨基酸和生物资源,2011,33(3):64-66.
- [15] 秦国峰.枸杞[M].银川:宁夏人民出版社,1980:42-45.
- [16] 钟胜元.枸杞高产栽培技术[M].北京:金盾出版社,1998:68-69.
- [17] 胡忠庆.枸杞高产高效综合栽培技术[M].银川:宁夏人民出版社,2003:26-128.
- [18] 李友宏,王芳,邓国凯.宁夏枸杞施肥增产效果显著[J].农资科技,2003(5):17-19.
- [19] 刘俭,秦星,戴国礼.特殊气候与青海枸杞的品质和发展前景的关系[J].江西农业学报,2012,24(10):112-114.

Study of the Dry Matter Accumulation and Nutrients Uptake Trend of *Lycium barbarum* in Qaidam of Qinghai

LI Yue-mei^{1,2}, YANG Wen-hui^{1,2}, Talingewa^{1,2}, GAO Yu-ting^{1,2}

(1. Soil and Fertilizer Institute, Qinghai Academy of Agricultural and Forestry Science, Xining, Qinghai 810016; 2. Xinning Scientific Observing and Experimental Station of Agro-environment, Ministry of Agriculture, P. R. China, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: In order to understand the rules of the nutrients uptake trend under the drip irrigation on *Lycium barbarum*, and to provide the guide for balance fertilization in Qaidam of Qinghai. The “Ningqi No. 5”, which planted in Qaidam area widely, was selected as the research object. The field experiment was carried out to investigate the influence of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the dry matter accumulation, dry berry yields, the absorption and accumulation of N, P and K for different parts of *Lycium barbarum* in Delinhe city, Qinghai province. The results showed that the process of dry matter accumulation in the whole growing period of *Lycium barbarum* could be described by and ‘S’ shape. The phase from full berry period to the autumn berry period was critical for dry matter accumulation; the rate had reached a peak. The proportion of dry matter accumulation rates of the leaves ranged from 77.5% to 6.64% of the total in different periods. Firstly, nitrogen was the most important nutrients limit factor, next was phosphorus, and the last was potassium. The amounts of N, P₂O₅, and K₂O required by *Lycium barbarum* “Ningqi No. 5” for producing every 100 kg dry berry were 11.2 kg, 2.2 kg and 6.7 kg. New branched and leaves grower current year were nitrogen, phosphorus and potassium nutrient priority assigned area.

Keywords: Qaidam area; *Lycium barbarum*; dry matter; nutrients uptake; drip irrigation