

枸杞总糖含量与环境因子的量化关系研究*

张晓煜 刘 静 袁海燕

(宁夏气象防灾减灾重点实验室 银川 750002)

摘 要 对我国北方6省区枸杞采样分析枸杞总糖与土壤养分和气象因素的定量关系研究结果表明,枸杞籽总糖含量受气象和土壤环境因子共同影响,其中土壤水解氮、速效钾、pH和有机质是影响枸杞总糖含量的主要因子。气象因子中果实形成期最高气温、最低气温、日照时数、降水量和全生育期积温均与枸杞总糖含量关系密切,且气象因子较土壤养分对总糖含量影响显著。

关键词 枸杞总糖 品质 土壤养分 气象因素

A quantificational study on the relationship between saccharide content of medlar and surrounding factors. ZHANG Xiao-Yu, LIU Jing, YUAN Hai-Yan (Ningxia Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan 750002, China), *CJEA*, 2005, 13(3): 101~103

Abstract Based on the data of medlar sampling in Northern China, the quantificational relationships between saccharide content of medlar and soil nutrient, and meteorological factors were analyzed. The results show that saccharide content of medlar is determined by both soil nutrient and weather condition. Main factors which affected saccharide content of medlar include alkaline hydrolysis N, available K, pH and organic matter in soil, as well as weather condition during medlar fruits forming stage such as maximum temperature, minimum temperature, sunshine hours, rainfall and accumulated temperature, etc. Compared to soil nutrient, the weather factors have greater effect on saccharide content of medlar.

Key words Saccharide content of medlar, Quality, Soil nutrient, Weather factors

(Received July 4, 2004; revised Aug. 11, 2004)

研究表明枸杞总糖含量占枸杞籽重的40%~70%^[1],且其含量高低对枸杞影响很大。一般总糖含量越高则枸杞果粒越大、百粒重和单产高且品质好,但枸杞总糖含量若过高其储运过程中易造成板结和霉变且影响其品质。枸杞总糖变异系数约为15%,即枸杞总糖含量受自身遗传特性影响较大,其次环境条件对枸杞总糖含量影响幅度约为15%。本试验研究了枸杞总糖含量与环境因子的量化关系,为合理引种与栽培枸杞提供理论依据。

1 试验材料与方法

试验在宁夏银川市郊芦花台园艺场进行,供试枸杞品种为“宁杞1号”,观测时间为2000年和2001年的5~9月份(枸杞开花至果实成熟期)。试验田面积0.3hm²,属盐碱地,平均地下水位1.2~1.8m,0~50cm土层土壤pH值为8.67~8.84,土壤全盐0.72~1.9g/kg,有机质8.37g/kg,全N0.34~0.52g/kg,水解氮9.92~47.7mg/kg,全P0.34~0.52g/kg,全K19.7g/kg,速效磷2.3~44.2mg/kg,速效钾18.6~37.9mg/kg。枸杞开花后(5月12日)每7d挂牌观测枸杞发育期直至果实成熟(约10月13日),每批枸杞成熟时选择成熟度一致的枸杞采样,各采样点观测多个重复,并采集试验地0~0.5m土层土壤样品。同时在我国北方主要枸杞栽培地区河北、内蒙古、甘肃、新疆、宁夏和青海省(区)共31个样点采集枸杞样品及土壤样本。为消除不同品种对枸杞总糖含量的影响,采集样本时主要考虑各地枸杞种植面积和品种的一致性,兼顾取样代表性和涵盖面,采样品种为“宁杞1号”。为消除田间管理水平对枸杞总糖含量的影响,采样时尽量选择枸杞植株密度、水肥条件和枝条修剪水平一致的样品。由国家认证的专业化验机构宁夏物理研究所对枸杞样品进行全样化验,用兰艾农快速滴定法测定枸杞总糖含量,由宁夏土壤与肥料测试中心化验室化验土壤样品pH值、全盐、有机质、速效磷、全P、水解氮、全N、全K与速效钾含量,并分析其土壤颗粒。将采样点2000~

* 国家自然科学基金项目(39960036)资助

收稿日期:2004-07-04 改回日期:2004-08-11

2001 年逐日气象资料合成各类统计量,分候、旬、月和发育期等阶段,分别统计阶段平均气温、积温、极端平均温度、相对湿度、日较差、降水量、日照时数与降水日数等。采用统计分析法^[2~4]进行相关普查,了解枸杞总糖含量与土壤养分和各气象因子间相关关系,初步筛选影响枸杞总糖含量的环境因子并绘制点聚图排除伪相关。在此基础上将互相相关且与枸杞总糖含量相关的因子逐一作为控制因子,研究其他因子与枸杞总糖含量的关系,优选因子并研究单因子与枸杞总糖含量的定量关系,建立枸杞总糖含量与环境条件的最优回归方程。设影响枸杞总糖含量的因子有 n 个,则枸杞总糖含量 \hat{p} 可表示为:

$$\hat{p} = C_0 + \sum_{j=1}^n a_j x_{i,j} \quad (n = 1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

式中, $x_{i,j}$ 为因子, a_j 为偏回归系数, C_0 为常数项。根据式(1)建立枸杞总糖含量与环境因子的定量关系,对模拟关系进行 F 检验并评价模式优劣。

2 结果与分析

2.1 枸杞总糖含量与土壤养分的关系

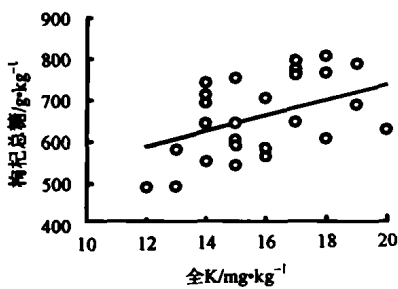


图 1 枸杞总糖含量与土壤全 K 的关系

Fig.1 The relationship between saccharide content of medlar and total K of soil

图 1 表明土壤全 K 含量与枸杞总糖含量呈幂指数关系,其关系式为:

$$\hat{p} = 188.41 K_t^{0.4487} \quad (R^2 = 0.21, n = 28, F = 6.90 > F_{0.05}^{(1,26)} = 4.23) \quad (2)$$

式中, \hat{p} 为枸杞总糖含量, K_t 为土壤全 K 含量。随土壤全 K 含量增高,枸杞总糖含量增加。土壤有机质含量与枸杞总糖含量呈弱正相关,其他因子与枸杞总糖含量关系不密切。土壤全 K 和有机质含量反映 1 个地区土壤肥力水平,土壤肥力高则有助于枸杞光合器官生长和光合产物积累^[5]。

2.2 枸杞总糖含量与气象、主要环境因子的关系

枸杞总糖含量与果实形成期降水量 (r_f)、全生育积温 (T_a)、平均最高气温 (T_m) 及平均最低气温 (T_n) 关系见式 3~6。

$$\hat{p} = 692.83 e^{-0.0017 r_f} \quad (R^2 = 0.2212, n = 30, F = 4.33 > F_{0.05}^{(1,28)} = 4.20) \quad (3)$$

图 2 表明枸杞总糖含量与果实形成期降水量呈指数关系,随果实形成期降水量增加,枸杞总糖含量减少,当该期降水量 $< 50\text{mm}$ 时降水对枸杞总糖含量影响较小,但当降水量 $\geq 50\text{mm}$ 时降水对枸杞总糖含量影响明显。降水量大及降水日数增加均影响枸杞叶片接受太阳辐射,影响其光合物质积累。干旱、半干旱地区水分是作物生长和发育的限制因子,枸杞耐旱,而取样点均有灌溉条件,故水分不是枸杞干物质形成的限制因子。

$$\hat{p} = 21.133 T_a^{0.4767} \quad (R^2 = 0.2412, n = 31, F = 9.18 > F_{0.01}^{(1,29)} = 7.60) \quad (4)$$

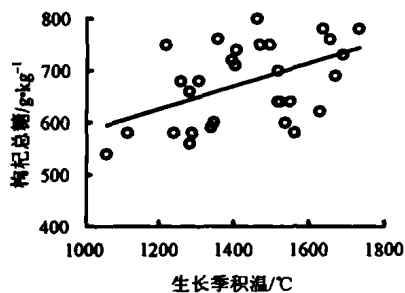


图 3 枸杞总糖含量与生长季积温的关系

Fig.3 The relationship between saccharide content of medlar and accumulated temperature during the total development period

图 3 表明枸杞总糖含量与生长季积温呈幂指数关系,随枸杞生长季积温的增加,枸杞总糖含量增加。

$$\hat{p} = 54.386 T_m^{0.7418} \quad (R^2 = 0.2495, n = 31, F = 9.60 > F_{0.01}^{(1,29)} = 7.60) \quad (5)$$

$$\hat{p} = 237.74 T_n^{0.3737} \quad (R^2 = 0.1911, n = 31, F = 6.93 > F_{0.05}^{(1,29)} = 4.18) \quad (6)$$

由图 4 和图 5 可知,果实形成期最高气温和最低气温与枸杞总糖含量呈幂指数关系,果实形成期温度强度加大有利于枸杞总糖合成,说明枸杞为喜温作物。枸杞总糖含量与开花~成熟期日照时数呈正相关,表明枸杞较喜光,光照充足利于枸杞干物质积累;枸杞总糖含量与果实成熟期日较差呈弱正相关关系。

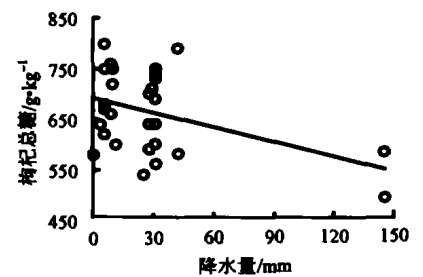


图 2 果实形成期降水量与枸杞总糖含量的关系

Fig.2 The relationship between saccharide content of medlar and rainfall during fruits forming

枸杞总糖含量与所选环境因子最优回归方程为:

$$\hat{p} = -231.998 - 0.167 x_1 + 0.0518 x_2 + 2.136 x_3 - 26.465 x_4 + 1.328 x_5 + 0.118 x_6 + 0.05265 x_7 \quad (7)$$

$$(R^2 = 0.954, n = 28, F = 14.69 \gg F_{0.01}^{(7,20)} = 3.70)$$

式中, x_1 为果实形成期降水量 (mm), x_2 为枸杞开花~果实成熟期日照时数 (h), x_3 为果实形成期平均最低气温 ($^{\circ}\text{C}$), x_4 为土壤 pH 值, x_5 为土壤有机质含量 (g/kg), x_6 为土壤水解氮含量 (g/kg), x_7 为土壤速效钾含量 (g/kg)。上述 7 因子与枸杞总糖含量复相关系数 (R^2) 为 0.954, 并通过置信度 0.01 的 F 检验, 表明环

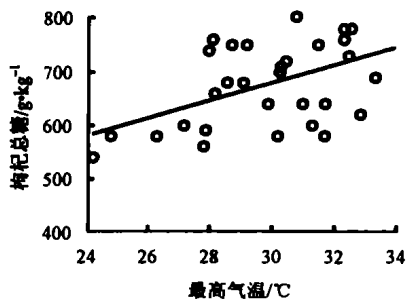


图 4 枸杞总糖含量与果实成熟期平均最高气温的关系

Fig. 4 The relationship between saccharide content of medlar and the mean maximum temperature during autumn

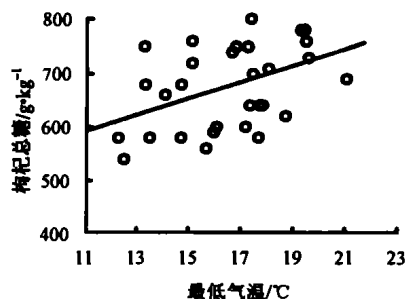


图 5 枸杞总糖含量与果实形成期平均最低气温的关系

Fig. 5 The relationship between saccharide content of medlar and the mean minimum temperature during fruits forming

境因子可能影响枸杞总糖含量的 97% 以上。从入选因子看,枸杞总糖含量由土壤因子和气象因子共同决定。根据标准回归系数大小判断,7 因子对枸杞总糖含量影响大小依次为枸杞开花~果实成熟期日照时数 > 土壤 pH 值 > 果实形成期降水量 > 果实形成期平均最低气温 > 土壤有机质 > 土壤水解氮含量 > 土壤速效钾含量。对枸杞总糖含量影响气象因子大于土壤因子。果实形成期日照时数、最低气温、土壤水解氮、土壤速效钾和有机质含量对枸杞总糖积累呈正贡献,表明枸杞总糖形成需较高日照时数、高温和肥沃的土壤。果实形成期降水量和土壤 pH 值对枸杞总糖积累呈负贡献,表明土壤酸碱度对枸杞总糖积累有一定影响,土壤碱性强则影响枸杞正常生理和代谢,最终影响其总糖积累。果实形成期的降水量对枸杞总糖含量也有负面影响。

3 小 结

单因子分析表明,土壤全 K、果实形成期降水量、全生育期积温、果实形成期最高、最低气温与枸杞总糖含量有关,但单因子均不能决定枸杞总糖含量。由入选最优回归模式因子看,气象因子中光、温和降水搭配均匀,生物学意义明显,其中光照时间对枸杞总糖含量影响最大,其次是温度,降水对枸杞总糖含量有负面影响,故枸杞喜光温,耐旱。土壤因子中有机质、水解氮和速效钾含量对枸杞总糖积累呈正贡献。单因子分析和最优模式中均未体现土壤 P 含量对枸杞总糖含量的贡献,可能因枸杞生育期内灌溉易造成 P 板结,影响其肥效发挥,此外枸杞地土壤 pH 值均 > 8.1,最高达 9.5,土壤碱性大则降低了 P 的有效性,不利于枸杞根系对 P 的吸收。光、温、水、湿度、肥力和土壤等因子对枸杞总糖含量均有重要影响,未入选因子并非表示与枸杞总糖含量无关,而是研究区域内该因子在时间和空间上能满足枸杞形成总糖的需要。

参 考 文 献

- 1 杨晓萍,张声华. 枸杞籽糖类的研究. 林产化学与工业,1998,18(2):65~68
- 2 周德翼,张嵩午,高如嵩等. 稻米综合品质与结实期气象因子的关系研究. 西北农业大学学报,1998,22(2):6~10
- 3 张正斌,山 仑,王德轩. 降水因子与小麦产量最优回归模型的探讨. 土壤保持通报,1996,16(4):31~35
- 4 刘淑云,董树亭,胡昌浩. 生态环境因素对玉米籽粒品质影响的研究进展. 玉米科学,2002,10(1):41~45
- 5 黄 鹏,温随良,晋小军. 甘肃主要土壤的理化性质对马铃薯品质的影响. 甘肃农业大学学报,1996,31(3):257~262