

# 阿克苏地区灰枣叶片营养 DRIS 诊断

吴正保, 哈地尔·依沙克, 罗 达

(新疆林业科学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:**通过对新疆阿克苏地区 31 个成熟灰枣园叶样的采集与分析,运用诊断施肥综合法(DRIS)进行叶片营养诊断,旨在为该地区成熟灰枣的营养诊断和平衡施肥提供参考。结果表明,以 7 月中旬灰枣叶片 N、P、K 元素浓度测定值作为主要诊断依据,制定了 DRIS 指数法的营养诊断标准,经检验取得了较高的诊断正确率。按产量组统计施肥顺序,各组营养元素施肥顺序第一的枣园数及其频率分别为:高产组, N—4—37.0%, P—2—18.0%, K—5—45.0%; 中产组, N—0, P—13—92.9%, K—1—7.1%; 低产组, N—0, P—6—85.7%, K—1—14.3%。DRIS 诊断的阿克苏地区灰枣叶片 N、P、K 营养元素浓度最佳比值范围分别: N/P=11.861±2.859、N/K=1.820±0.306、K/P=6.667±2.027。

**关键词:**灰枣; 叶片; 营养诊断; DRIS; 阿克苏地区

**中图分类号:**S665.1; Q945.1 **文献标志码:**A

## Leaf nutrient diagnosis of jujube using DRIS in Aksu region

WU Zhengbao, Hadier · Yishake, LUO Da

(Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi, Xinjiang 830000, China)

**Abstract:** Through the collection and analysis of leaf samples from 31 mature jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. 'Huizao') orchards in Aksu, Xinjiang, the leaf nutrition diagnosis was carried out using the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) method. This study would provide a reference for the nutritional diagnosis and balanced fertilization of mature jujube (Huizao) orchards in this area. The results showed that the nutritional diagnostic standard of DRIS index method formulated based on the measured values of N, P and K concentrations in the leaves of 'Huizao' collected in mid-July had a high diagnostic accuracy. According to the statistical fertilization order of yield subpopulation, the number and frequency of the first fertilization order of nutrient elements in each subpopulation were as follows: high yield subpopulation, N—4—37.0%, P—2—18.0%, K—5—45.0%; middle yield subpopulation, N—0, P—13—92.9%, K—1—7.1%; and low yield subpopulation, N—0, P—6—85.7%, K—1—14.3%. The best ratio ranges of N, P and K concentrations in leaves of 'Huizao' in Aksu achieved using DRIS were N/P=11.861±2.859, N/K=1.820±0.306 and K/P=6.667±2.027, respectively.

**Keywords:** jujube (Huizao); leaf; nutrient diagnosis; DRIS; Aksu region

叶片营养分析与诊断已广泛应用于经济林树种营养与土壤肥力研究,根据叶片营养诊断,可以确定施肥时补充养分的先后顺序,诊断出潜在的养分缺乏问题以及叶片矿质养分总的平衡状况,该方法已成为经济林树种现代化生产的重要手段之一<sup>[1-8]</sup>。2020 年底,新疆维吾尔自治区(不含兵团)红枣种植面积达 3.187×10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup>,其中灰枣种植面积约占 70%左右。但生产中枣农施肥盲目,导致肥料

利用率低、生产成本增加,这是造成近些年红枣种植效益下降的主要原因之一。目前,国际上常用的作物营养诊断方法主要有 4 种<sup>[9]</sup>,其中 DRIS(Diagnosis and Recommendation Integrated System)法是以植物养分平衡状态诊断植物营养状况,具有确诊率较高、诊断结果受植株年龄和品种及取样部位影响小等优点<sup>[10]</sup>,因而在油茶、柑橘、苹果、香蕉、石榴和板栗等营养诊断上已有广泛应用<sup>[11-17]</sup>;关于枣树营

养诊断的研究已有报道<sup>[18-23]</sup>,但迄今鲜见对新疆成龄灰枣叶片的 DRIS 研究报道。为此,本试验通过对阿克苏地区主要种植区的灰枣叶片养分含量进行分析测定,以及叶片主要营养元素间的回归分析和相关分析,并利用 DRIS 法对叶片营养状况进行诊断,从而探讨丰产枣树的营养指标,同时了解阿克苏地区灰枣园的叶片营养平衡状况和需肥状况,旨在为灰枣叶片营养诊断体系的建立、科学施肥技术的制定提供理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

新疆阿克苏地区属暖温带干旱气候区,降水稀少,蒸发量大,气候干燥;无霜期 205~219 d,年平均太阳总辐射量为 544~590 kJ·cm<sup>-2</sup>,年日照 2 855~2 967 h,年均气温 9.9~11.5℃,平均降雨量 44.6~60.8 mm,年蒸发量 1 980~2 602 mm,年均风速 1.7~2.4 m·s<sup>-1</sup>。红枣栽植区土壤主要以棕漠土、风砂土、棕钙土为主,且多数为盐碱土。

### 1.2 试验材料及采样

根据阿克苏地区灰枣的分布、立地条件、产量等特点,选取阿克苏市、温宿县、实验林场和红旗坡农场的代表性枣园共 31 个作为叶样采集样园(面积>1 hm<sup>2</sup>),常规施肥管理。供试品种为灰枣,树龄 12~14 a,株行距(2~3) m×4 m。

于 2020 年 7 月中旬,枣树开花末期采集叶样。每个枣园随机选取 20 株树,选择树冠外围中部东、西、南、北 4 个方向的二次枝进行标记,采集其中部枣股所抽生枣吊的中部叶片(带叶柄),每株树 4 个方向各采叶 3 片,组成混合样,重复 4 次。将采集的叶样放入密封袋后带回实验室,依次用自来水、蒸馏水和无离子水逐片快速冲洗,干净叶样置于 105℃ 恒温杀青和 80℃ 烘 12 h 至恒重,用不锈钢粉碎机粉碎后,将叶样装入密封袋中待测。

### 1.3 测定项目及方法

叶片 N 元素浓度测定采用靛酸蓝比色法;P 元素浓度测定采用钼锑抗比色法;K 元素浓度测定采用火焰光度计法;叶片 Fe、Mn、Cu、Zn、Ca、Mg 元素浓度测定采用原子吸收分光光度计法;单果重用千分之一电子天平测定。

10 月上旬枣果完熟期,人工统计各采样株的枣果数,并在每个标记的二次枝上随机采集 3 个枣果,同一枣园的枣果进行混样,用四分法在每个样本中取 60 个左右枣果测定单果重,以计算单株产量。

## 1.4 数据处理

统计分析叶片营养元素含量范围、平均值、标准差,变异系数等,进而确定阿克苏地区灰枣叶片各元素的营养现状。DRIS 指数表示作物对某一养分元素需求程度,需肥次序的诊断用 DRIS 指数法,DRIS 指数的计算均按标准方法进行,公式如下:

$$A \text{ 指数} = \frac{f(A/B) - f(B/A) + f(A/C) - f(C/A) \cdots - f(X/A)}{n - 1} \quad (1)$$

$$f(A/B) = \begin{cases} \left(\frac{A/B}{a/b} - 1\right) \times \frac{1000}{CV} & A/B \geq a/b \\ \left(1 - \frac{A/B}{a/b}\right) \times \frac{1000}{CV} & A/B < a/b \end{cases} \quad (2)$$

式中,A,B,X,⋯代表灰枣叶片对应的养分浓度;a/b代表与 A/B 相对应的高产组灰枣叶片中养分含量的比值;CV 为高产组灰枣叶片中任意 2 种养分含量比值的变异系数;n 为参与营养诊断的矿质营养种类数。所有数据均采用 SPSS 18.0 for Windows(Copyright SPSS Inc. 2007) 和 Excel 2010 分析,用 SigmaPlot for Windows Version 12.0(Copyright Systat Software Inc. 2011) 作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同灰枣园叶片主要营养元素含量和产量分析

由表 1 可见,灰枣叶片大量元素的含量范围分别为 N 2.93~3.90 g·100g<sup>-1</sup>、P 0.15~0.45 g·100g<sup>-1</sup>、K 1.35~2.56 g·100g<sup>-1</sup>、Ca 1.81~3.23 g·100g<sup>-1</sup>、Mg 0.36~0.71 g·100g<sup>-1</sup>,平均值分别为:N 3.40 g·100g<sup>-1</sup>、P 0.24 g·100g<sup>-1</sup>、K 1.85 g·100g<sup>-1</sup>、Ca 2.44 g·100g<sup>-1</sup>、Mg 0.50 g·100g<sup>-1</sup>;微量元素的含量范围分别为:Mn 28.60~107.67 mg·kg<sup>-1</sup>、Cu 2.30~7.17 mg·kg<sup>-1</sup>、Fe 211.33~446.00 mg·kg<sup>-1</sup>、Zn 16.27~18.37 mg·kg<sup>-1</sup>,平均值分别为:Mn 63.10 mg·kg<sup>-1</sup>、Cu 4.60 mg·kg<sup>-1</sup>、Fe 321.90 mg·kg<sup>-1</sup>、Zn 28.59 mg·kg<sup>-1</sup>。产量范围为 1.39~7.80 kg·株<sup>-1</sup>,其平均单株产量为 5.47 kg。通过 t-检验测定的各项指标覆盖范围均比较全面,数据范围大,选择的枣园条件符合做 DRIS 营养诊断分析。

### 2.2 灰枣 DRIS 诊断参数统计及相关性分析

以灰枣叶片 N、P、K 元素浓度作为诊断依据,采用 DRIS 诊断指数法制定灰枣 DRIS 营养诊断标准如表 2 所示。由于灰枣尚未制定产量高低标准,根据当地灰枣栽培技术和产量水平,按照单株产量的高低将 31 个枣园划分低产组(枣园编号为 1、2、3、

表 1 不同灰枣园叶片大量元素、微量元素和产量统计表

Table 1 Statistical table of leaves in major elements, trace elements and yield of different 'Huizao' orchards

编号 No.	大量元素 Major element/(g · 100g <sup>-1</sup> )					微量元素 Trace element/(mg · kg <sup>-1</sup> )				单株产量 Yield per plant/kg
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Fe	Zn	
1	3.15±0.015	0.19±0.006	1.66±0.038	3.07±0.118	0.71±0.023	108.0±2.08	4.50±0.264	221±14.2	28.1±2.04	1.88
2	2.93±0.031	0.17±0.006	1.98±0.015	2.76±0.159	0.62±0.016	82.6±1.80	4.27±0.116	230±5.69	23.6±1.19	1.39
3	2.93±0.104	0.16±0.005	1.47±0.138	3.19±0.083	0.65±0.011	67.6±3.61	4.90±0.173	282±22.5	29.7±2.49	2.40
4	3.05±0.086	0.18±0.022	1.76±0.214	3.01±0.431	0.59±0.065	76.9±4.20	4.63±0.251	330±58.4	27.2±3.05	2.63
5	3.42±0.098	0.40±0.014	1.61±0.100	2.32±0.115	0.58±0.023	80.7±6.44	3.13±0.322	340±48.3	16.3±1.70	5.75
6	3.64±0.350	0.28±0.008	1.46±0.064	2.22±0.087	0.62±0.020	63.0±4.40	2.83±0.306	287±15.1	26.1±8.23	7.30
7	3.34±0.162	0.22±0.007	1.79±0.104	2.15±0.134	0.52±0.012	74.8±2.21	3.20±0.100	283±64.5	20.7±1.74	4.91
8	3.57±0.191	0.29±0.045	1.82±0.045	2.07±0.146	0.50±0.031	78.5±2.56	3.10±0.346	252±64.9	20.7±1.00	7.29
9	3.67±0.252	0.22±0.010	2.37±0.159	1.88±0.170	0.52±0.015	78.9±6.97	3.47±0.322	343±31.0	27.3±3.03	7.25
10	3.78±0.251	0.45±0.024	2.39±0.081	2.30±0.287	0.50±0.042	56.0±4.29	2.30±0.100	429±58.9	23.8±4.12	7.60
11	3.83±0.050	0.41±0.015	2.58±0.071	1.81±0.119	0.52±0.016	43.8±2.63	2.30±0.100	357±17.8	18.9±1.65	7.52
12	3.60±0.096	0.31±0.015	2.28±0.046	2.26±0.046	0.55±0.033	75.7±1.27	2.77±0.116	362±30.7	29.3±3.15	7.27
13	3.55±0.030	0.35±0.016	1.93±0.115	2.21±0.196	0.57±0.036	54.9±3.12	2.80±0.200	446±8.54	27.7±7.70	7.14
14	3.68±0.015	0.28±0.016	1.70±0.047	1.92±0.100	0.56±0.014	61.8±2.29	3.17±0.322	388±24.1	26.1±1.71	7.31
15	3.90±0.040	0.24±0.025	2.38±0.270	2.46±0.318	0.48±0.047	55.1±4.82	3.40±0.436	320±63.0	41.9±11.30	7.40
16	3.76±0.051	0.42±0.028	1.94±0.147	2.53±0.246	0.53±0.037	101.0±7.37	3.03±0.379	362±37.0	23.5±3.01	7.44
17	3.86±0.015	0.38±0.017	2.15±0.093	1.96±0.154	0.57±0.044	65.3±4.62	2.87±0.116	347±45.6	26.6±3.40	7.80
18	3.32±0.015	0.22±0.025	1.81±0.093	2.09±0.287	0.56±0.023	67.8±1.92	2.77±0.569	375±21.1	20.3±7.07	4.65
19	3.40±0.087	0.16±0.010	1.77±0.091	2.53±0.196	0.37±0.036	60.6±5.93	7.17±0.351	276±64.5	42.0±2.32	6.70
20	3.26±0.017	0.16±0.006	1.86±0.060	2.52±0.229	0.38±0.015	46.9±5.01	6.83±0.208	302±61.6	40.8±3.70	5.58
21	3.26±0.067	0.16±0.006	1.71±0.029	2.83±0.297	0.42±0.022	51.3±6.51	6.20±0.265	369±41.5	21.8±0.82	4.79
22	3.41±0.015	0.16±0.013	1.61±0.076	2.44±0.336	0.39±0.037	41.2±2.85	6.93±0.251	347±64.2	27.2±1.21	5.28
23	3.35±0.061	0.16±0.014	1.74±0.174	2.60±0.171	0.42±0.024	45.6±6.52	7.03±0.404	350±23.0	48.4±14.60	4.74
24	3.14±0.051	0.15±0.008	1.57±0.116	2.57±0.349	0.38±0.032	53.0±4.04	6.37±0.907	335±51.8	40.4±11.90	5.45
25	3.13±0.121	0.15±0.010	1.80±0.174	2.19±0.195	0.40±0.029	58.7±0.21	6.90±0.656	353±61.7	43.0±7.50	5.31
26	3.26±0.035	0.16±0.189	1.77±0.115	2.65±0.406	0.41±0.039	43.8±8.38	6.57±0.473	352±37.0	36.9±4.93	5.07
27	3.16±0.15	0.15±0.010	1.86±0.064	2.22±0.142	0.39±0.019	49.3±6.14	6.07±0.252	330±1.53	27.1±2.71	3.58
28	3.17±0.075	0.15±0.040	1.54±0.467	2.43±0.667	0.36±0.081	71.2±1.99	5.27±0.945	211±56.7	27.2±6.30	3.70
29	3.28±0.078	0.16±0.016	1.90±0.201	2.68±0.180	0.36±0.035	55.3±5.14	6.30±0.265	237±26.9	32.2±3.05	4.38
30	3.41±0.055	0.20±0.010	1.68±0.121	2.65±0.129	0.53±0.022	28.6±0.27	5.63±0.252	279±28.9	21.6±2.92	5.80
31	3.27±0.114	0.21±0.015	1.35±0.095	3.28±0.413	0.41±0.077	58.6±1.15	5.93±0.473	285±25.5	20.2±1.97	4.24

4、27 和 28)、中产组(枣园编号为 5、7、18、19、20、21、22、23、24、25、26、29、30 和 31)和高产组(枣园编号为 6、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17)。划分标准为:低产组单株产量 ≤ 4 kg,中产组单株产量为 4~7 kg,高产组的单株产量 ≥ 7 kg。选择低产组、中产组与高产组方差比较大的 3 种元素的比值作为 DRIS 的重要参数,分别为 N/P、N/K、K/P。由此可以确定灰枣叶片 N、P、K 元素浓度的最佳比值范围分别为:N/P=11.861±2.859、N/K=1.820±0.306、K/P=6.667±2.027。

通过对重要参数 N、P、K 与产量之间做一元二次回归方程拟合(如图 1 所示),灰枣叶片 N 浓度(x)与产量(Y)回归方程为  $Y = -4.49x^2 + 36.94x - 67.91$ ,相关性系数为 0.85;P 浓度与产量回归方程

为  $Y = -50.08x^2 + 40.87x - 0.941$ ,相关性系数为 0.47;K 浓度与产量回归方程为  $Y = 1.87x^2 - 4.32x + 6.90$ ,相关性系数为 0.25。

### 2.3 不同灰枣园 DRIS 诊断指数分析

根据 DRIS 诊断指数计算结果的检验要求指数的代数和为零的原则,要求 N 指数+P 指数+K 指数=0,如表 3 所示,各行 3 个指数的代数和为零,表明计算结果无误。负指数的绝对值越大,植物需肥强度越大。按产量组统计施肥顺序,各组各元素施肥顺序第一的枣园数及其频率分别为:高产组,N—4—37.0%,P—2—18.0%,K—5—45.0%;中产组,N—0,P—13—92.9%,K—1—7.1%;低产组,N—0,P—6—85.7%,K—1—14.3%。

表 2 灰枣 DRIS 诊断参数统计表

Table 2 DRIS diagnosis parameter statistic table of 'Huizao'

枣园 Jujube orchard	指标 Index	N	P	K	N/P	P/N	N/K	K/N	P/K	K/P	N : P : K : Ca : Mg	单株产量 Yield per plant/kg
低产组 Low yield subpopulation	观察数 Amount	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	平均值 Mean value	3.064	0.166	1.713	18.681	0.054	1.808	0.560	0.097	10.413	1 : 0.05 : 0.56 : 0.91 : 0.18	2.596
	方差 Variance	0.012	0.000	0.037	4.617	0.000	0.045	0.005	0.000	1.856		
	标准差 Standard deviation	0.112	0.017	0.192	2.149	0.006	0.212	0.070	0.012	1.362		0.915
	变异系数 Coefficient of variation	3.647	10.313	11.215	11.502	11.062	11.750	12.423	12.831	13.084		
中产组 Middle yield subpopulation	观察数 Amount	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	平均值 Mean value	3.304	0.191	1.712	18.455	0.058	1.944	0.519	0.113	9.630	1 : 0.06 : 0.52 : 0.77 : 0.13	5.189
	方差 Variance	0.009	0.004	0.020	13.773	0.000	0.035	0.002	0.002	5.217		
	标准差 Standard deviation	0.094	0.067	0.142	3.711	0.019	0.187	0.046	0.044	2.284		0.651
	变异系数 Coefficient of variation	2.831	34.858	8.289	20.109	32.885	9.638	8.925	39.264	23.718		
高产组 High yield subpopulation	观察数 Amount	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	平均值 Mean value	3.713	0.329	2.092	11.861	0.089	1.820	0.562	0.160	6.667	1 : 0.10 : 0.62 : 0.64 : 0.16	7.393
	方差 Variance	0.015	0.006	0.120	8.174	0.000	0.093	0.007	0.001	4.110		
	标准差 Standard deviation	0.122	0.077	0.346	2.859	0.020	0.306	0.085	0.038	2.027		0.188
	变异系数 Coefficient of variation	3.281	23.384	16.549	24.104	22.415	16.788	15.151	23.964	30.405		
ANOVA	F	140.0	55.3	22.1	40.5	2.1	34.8	21.4	3.8	27.5		127.3
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.130	0.000	0.000	0.026	0.000		0.000

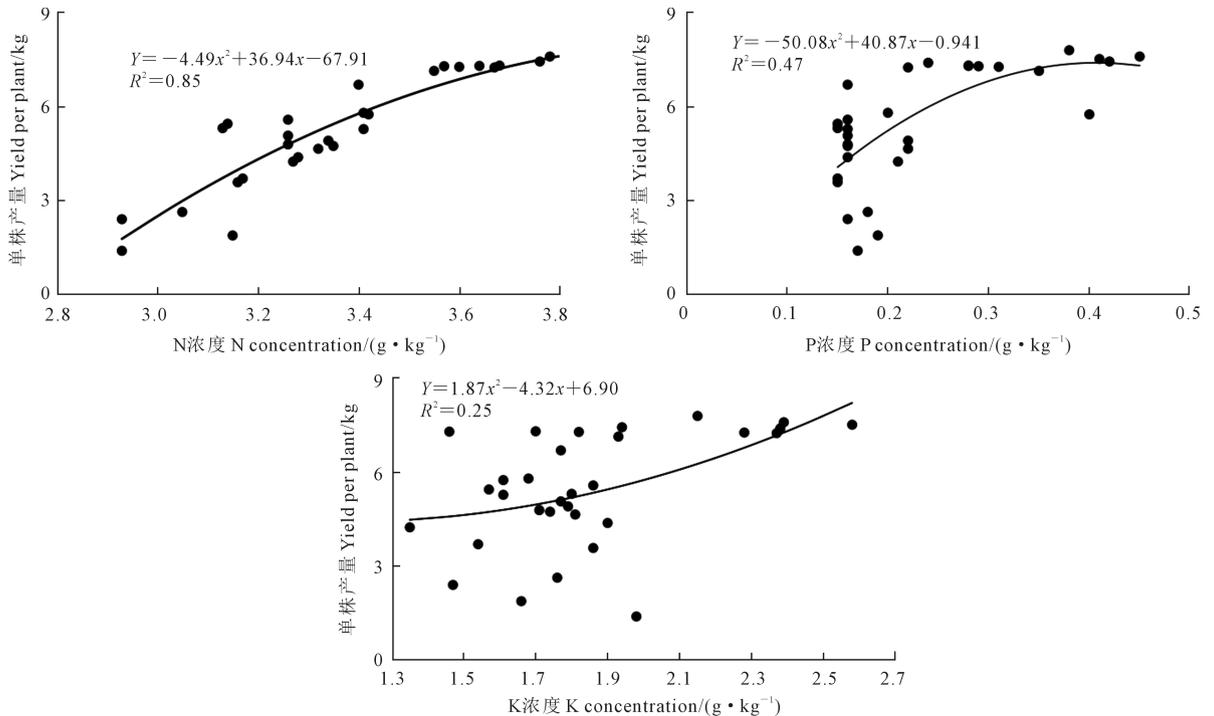


图 1 氮磷钾与产量的回归方程图和相关性

Fig.1 Regression equations and correlation of N, P, K and yield

表 3 灰枣园 DRIS 诊断指数表

Table 3 DRIS diagnostic index of 'Huizao' orchard

枣园 Jujube orchard	编号 Number	f(N/P)	f(N/K)	f(K/P)	N 指数 N index	P 指数 P index	K 指数 K index	施肥顺序 Fertilization sequence
低产组 Low yield subpopulation	1	1.43	0.32	1.07	0.880	-1.252	0.372	P>K>N
	2	1.58	-1.79	2.51	-0.104	-2.046	2.150	P>N>K
	3	2.09	0.72	1.41	1.404	-1.749	0.345	P>K>N
	4	1.62	-0.40	1.68	0.612	-1.651	1.039	P>N>K
	27	2.81	-0.55	2.96	1.134	-2.887	1.753	P>N>K
	28	2.94	0.99	1.96	1.964	-2.450	0.486	P>K>N
中产组 Middle yield subpopulation	5	-1.46	1.32	-2.34	-0.070	1.897	-1.828	P>N>K
	7	1.00	0.19	0.75	0.595	-0.876	0.281	P>K>N
	18	0.95	0.06	0.78	0.505	-0.868	0.363	P>K>N
	19	2.96	0.42	2.36	1.695	-2.664	0.969	P>K>N
	20	2.60	-0.30	2.56	1.149	-2.576	1.427	P>N>K
	21	2.65	0.38	2.12	1.516	-2.388	0.871	P>K>N
	22	2.89	1.27	1.76	2.077	-2.325	0.248	P>K>N
	23	2.79	0.44	2.19	1.615	-2.491	0.876	P>K>N
	24	2.76	0.80	1.94	1.778	-2.347	0.570	P>K>N
	25	2.67	-0.37	2.68	1.149	-2.676	1.526	P>N>K
	26	2.44	0.10	2.12	1.270	-2.277	1.007	P>N>K
	29	2.55	-0.41	2.60	1.069	-2.574	1.505	P>N>K
	30	1.68	0.92	0.96	1.299	-1.317	0.018	P>K>N
	31	1.25	2.55	-0.03	1.898	-0.606	-1.291	K>P>N
高产组 High yield subpopulation	6	0.33	2.84	-0.96	1.589	0.312	-1.901	K>P>N
	8	0.12	0.58	-0.22	0.354	0.046	-0.399	K>P>N
	9	1.53	-1.36	2.19	0.085	-1.859	1.774	P>N>K
	10	-1.44	-1.18	-0.83	-1.310	1.137	0.173	N>K>P
	11	-0.98	-1.74	-0.21	-1.359	0.592	0.767	N>P>K
	12	-0.03	-1.19	0.40	-0.610	-0.183	0.793	N>P>K
	13	-0.66	0.08	-0.76	-0.287	0.710	-0.423	K>N>P
	14	0.39	1.50	-0.34	0.947	-0.025	-0.923	K>P>N
	15	1.40	-0.86	1.74	0.267	-1.569	1.302	P>N>K
16	-1.19	0.51	-1.54	-0.336	1.363	-1.027	K>N>P	
17	-0.58	-0.11	-0.59	-0.348	0.587	-0.239	N>K>P	

### 3 讨论

果树的营养诊断主要有 4 种方法,分别为充足范围法(Sufficiency Range Approach, SRA)、临界值法(Critical Value Approach, CVA)、诊断施肥综合法(Diagnosis Recommended Integrated System, DRIS)和组分营养诊断法(Compositional Nutrient Diagnosis, CND)。其中,DRIS 法的优势在于不仅能有效诊断出树体养分的盈缺状况,还能对树体的养分需求程度进行量化排序<sup>[15]</sup>。本研究在阿克苏地区调查的 31 个成龄灰枣园中,需磷肥次数位于前列的枣园占 67.7%,需钾肥次数位于前列的占 19.4%,需氮肥次数位于前列的占 12.9%,表明该地区的灰枣园缺磷现象普遍。造成这种现象的原因主要在于,一是该地区土壤含盐量高,土壤盐渍化严重(pH 值普遍在 8.0 以上)<sup>[24]</sup>,导致土壤普遍甚至严重缺磷;二是枣园以施氮肥为主,少施或不施磷肥,且由于水肥管理不当,磷肥流失严重。

DRIS 诊断法是 Beaufils 经过 20 余年的研究提出的植物营养诊断方法。Mourão<sup>[25]</sup>研究认为,只有矿质元素含量的比例处于最佳平衡状态,植物才能发挥应有的产量潜力。本研究中 31 个枣园按产量水平分类,可分为高产组(6 个)、中产组(14 个)和低产组(11 个),通过对叶片营养元素浓度与产量之间的相关性分析结果表明,阿克苏地区成龄灰枣产量与叶片氮含量呈正相关,说明提高灰枣叶片氮含量是提高其产量的关键。

灰枣高产组,施肥顺序中钾肥为第 1 位的达 45%,略高于氮肥,磷肥为第 1 位的占 18%。因此,欲使灰枣高产组更高产,需要氮肥与钾肥并增,配合磷肥,对氮、磷、钾肥及其配合施用技术要求更高;建议暂按现有氮肥、钾肥施肥水平普遍提高 10%的施肥量,在 7 月上中旬叶面喷施磷肥 2~3 次,施肥顺序第一为磷肥的枣园增加磷肥施用量 10%。对于灰枣中产组和低产组,缺乏磷营养已成为其增产的限制因素,鉴于磷肥在施用氮肥和钾肥

的基础上才能较好地发挥肥效,故不宜单施磷肥,应在施用氮肥和钾肥的基础上合理增施磷肥,并改进磷肥施用技术;建议春季将磷肥在根系周围集中深施于土下 8~10 cm,并结合 7 月上中旬喷施叶面肥。

## 4 结 论

通过对阿克苏地区 7 月中旬的成龄灰枣叶片养分元素(N、P、K、Fe、Mn、Cu、Zn、Ca、Mg)浓度进行分析,提出以叶片 N、P 和 K 营养元素浓度作为该地区成龄灰枣叶片 DRIS 诊断依据,取得较高的诊断正确率。试验结果表明, $N/P = 11.861 \pm 2.859$ 、 $N/K = 1.820 \pm 0.306$  和  $K/P = 6.667 \pm 2.027$  为该地区 DRIS 诊断的灰枣叶片 N、P、K 营养元素浓度最佳比值。研究结果为阿克苏地区成龄灰枣园制定科学合理的施肥管理技术提供参考依据。

### 参 考 文 献:

- [1] 樊卫国, 潘学军, 杨娅若, 等. 刺梨叶片营养元素与果实产量、维生素 C 含量的相关性及其营养诊断标准值的建立[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2022, 39(2): 7-17.  
FAN W G, PAN X J, YANG H R, et al. Correlation between nutrient element contents in leaves and fruit yield, vitamin C and establishment of foliar nutrient diagnosis standard values for *Rosa roxburghii* Tratt [J]. Journal of Guizhou University (Natural Sciences), 2022, 39(2): 7-17.
- [2] 张继舟, 李云影, 袁磊, 等. 大兴安岭地区笃斯越橘果实成熟期叶片矿质元素营养诊断[J]. 果树学报, 2019, 36(9): 1161-1170.  
ZHANG J Z, LI Y Y, YUAN L, et al. A study on leaf mineral nutrition diagnosis in *Vaccinium uliginosum* L. at fruit ripening stage in the Greater Khingan Mountains [J]. Journal of Fruit Science, 2019, 36(9): 1161-1170.
- [3] 郑永强, 王娅, 杨琼, 等. 重庆三峡库区鲍威尔脐橙花期叶片矿质营养诊断[J]. 中国农业科学, 2018, 51(12): 2378-2390.  
ZHENG Y Q, WANG Y, YANG Q, et al. Leaf nutritional diagnosis of Powell navel orange at flowering stage in Chongqing three gorges reservoir area [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2018, 51(12): 2378-2390.
- [4] 朱亚艳, 姚渊, 李芳, 等. 贵州油茶开花结实期的叶片营养诊断[J]. 贵州农业科学, 2021, 49(10): 8-13.  
ZHU Y Y, YAO Y, LI F, et al. Nutrition diagnosis of *Camellia oleifera* leaves at flowering and fruiting stage in Guizhou [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2021, 49(10): 8-13.
- [5] 王磊彬, 陈兴望, 李天宇, 等. 江苏丰县地区丰县“富士”苹果生产园叶片矿质营养元素适宜值的研究[J]. 江西农业大学学报, 2018, 40(1): 56-65.  
WANG L B, CHEN X W, LI T Y, et al. Appropriate content of leaf mineral element in Fuji apple orchards of Fengxian, Jiangsu Province [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2018, 40(1): 56-65.
- [6] 冯大兰, 魏立本, 黄小辉, 等. 梁平柚果实膨大期叶片矿质营养诊断研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(2): 111-116.  
FENG D L, WEI L B, HUANG X H, et al. Diagnostic study on miner-

- al nutrition in leaves of Liangping pomelo during fruit expansion period [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2020, 44(2): 111-116.
- [7] 姚丽贤, 周昌敏, 白翠华, 等. 华南荔枝和龙眼叶片营养状况诊断及分析[J]. 中国热带农业, 2020,(3): 17-24, 35.  
YAO L X, ZHOU C M, BAI C H, et al. Analysis and diagnosis of leaf nutrient statuses for lithic and longan in southern China [J]. China Tropical Agriculture, 2020,(3): 17-24, 35.
- [8] 高忠浩, 王葳, 杨静慧, 等. 某冬枣园土壤氮、磷、钾年周期变化与产量的关系[J]. 天津农学院学报, 2020, 27(2): 23-27.  
GAO Z H, WANG W, YANG J H, et al. Annual change of nitrogen, phosphorus and potassium in soil yield of *Ziziphus jujuba* cv. Dongzao in same garden [J]. Journal of Tianjin Agricultural University, 2020, 27(2): 23-27.
- [9] 罗东林, 王伟, 朱陆伟, 等. 华南荔枝叶片营养诊断指标的建立[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25(5): 859-870.  
LUO D L, WANG W, ZHU L W, et al. Establishment of foliar nutrient diagnosis norms for litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) in South China [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2019, 25(5): 859-870.
- [10] 中国农业百科全书总编辑委员会农业化学卷编辑委员会. 中国农业百科全书-农业化学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996: 416.  
Editorial Committee of Agricultural Chemistry Volume of the General Editorial Committee of China Agricultural Encyclopedia. China agricultural encyclopedia-agrochemistry volume [M]. Beijing: Agricultural Publishing House, 1996: 416.
- [11] 张龙, 郑永杰, 伍艳芳, 等. 基于 DRIS 法的樟树人工林营养诊断[J]. 南方农业学报, 2018, 49(2): 313-319.  
ZHANG L, ZHENG Y J, WU Y F, et al. Nutrient diagnosis of *Cinnamomum camphora* (L.) Presl plantation based on DRIS [J]. Journal of Southern Agriculture, 2018, 49(2): 313-319.
- [12] 高伟, 傅雪罡, 宁博轩, 等. 江西油茶叶片早春萌芽前期 DRIS 营养诊断[J]. 经济林研究, 2017, 35(4): 192-196.  
GAO W, FU X G, NING B X, et al. DRIS nutrient diagnosis of *Camellia oleifera* leaves at germination stage in Jiangxi [J]. Nonwood Forest Research, 2017, 35(4): 192-196.
- [13] 高伟, 黄亚茹, 宁博轩, 等. 油茶果实发育关键时期的叶片 DRIS 营养诊断研究[J]. 江西师范大学学报(自然科学版), 2016, 40(1): 83-88.  
GAO W, HUANG Y R, NING B X, et al. The nutritional diagnoses by used DRIS method in leaves of *Camellia oleifera* during the key periods of fruit development [J]. Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science Edition), 2016, 40(1): 83-88.
- [14] 周龙, 汤利, 陈俊, 等. 褚橙龙陵基地柑橘叶片 DRIS 图解法和指数法综合营养诊断分析[J]. 南方农业学报, 2020, 51(10): 2498-2506.  
ZHOU L, TANG L, CHEN J, et al. Comprehensive nutritional diagnosis and analysis of Bingtang orange leaf based on DRIS graphic method and index method in Chucheng orange Longling base [J]. Journal of Southern Agriculture, 2020, 51(10): 2498-2506.
- [15] 郭素娟, 李广会, 熊欢, 等. “燕山早丰”板栗叶片 DRIS 营养诊断研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(3): 709-717.  
GUO S J, LI G H, XIONG H, et al. Foliar nutrition diagnosis of *Castanea mollissima* by using diagnosis and recommendation integrated system [J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2014, 20(3): 709-717.