

# 不同施肥配比对紫花苜蓿性状及产量的影响

冯玲霞

(银川能源学院 生物工程学院,宁夏 银川 750105)

**摘 要:**以紫花苜蓿为试材,采用‘3414’部分实施方案,研究氮磷钾不同配比施肥对旱地紫花苜蓿性状及产量的影响。结果表明:不同氮磷钾配比施肥下,各茬次紫花苜蓿在整个生长过程中呈‘S’型生长曲线,符合限制密度下的种群 Logistic 增长模型;5 年生旱地紫花苜蓿获得最佳产量栽培的氮磷钾施肥量方案为 N2P4K3,即纯 N 为  $54 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  为  $135 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  为  $15 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,产量为  $466.2 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

**关键词:**施肥配比;性状;产量;旱地紫花苜蓿

**中图分类号:**S 551+.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)06-0085-06

苜蓿素 (*Medicago sativa* Linn.) 有“牧草之王”的美称,其蛋白质含量高达 20% 左右,是畜禽最好的牧草之一,而且苜蓿在开发新的蛋白质资源方面有巨大的潜力,是畜牧业首选的草种。目前我国苜蓿生产尚处在进口与国内生产量各占一半的局面。据

中国海关数据统计,2012 年苜蓿干草进口 44.2 万 t; 2013 年进口 79.84 万 t; 据英国海洋学数据中心 (BODC) 数据分析,2014 年我国苜蓿干草进口量达到 88.40 万 t。目前全国粗算商品牧草产量约 400 万 t,而商品苜蓿仅为 60 万 t,商品率较低<sup>[1]</sup>。

近年来,苜蓿越来越受到重视,但苜蓿的种植还普遍停留在传统阶段。我国苜蓿种植以培肥地力兼顾饲草生产为目的,主要种植在没有灌溉条件的瘠

**作者简介:**冯玲霞(1984-),女,硕士,园艺师,现主要从事无土栽培技术等研究工作。E-mail:fenglingxia0504@163.com.

**收稿日期:**2016-09-26

**Abstract:** In order to study the effects of weak light on the chrysanthemum photosynthetic characteristic, in order to improve the seeding stage management. *Chrysanthemum morifolium* ‘Puma sunny’ was used for experiment materials, natural light (CK) and 30% light (low light) two conditions were set, LI-6400 portable photosynthetic apparatus were used to measure photosynthetic parameters in 0 days, 5 days, 10 days, 15 days, 20 days and the photosynthetic response curves were obtained under 1 500, 1 200, 1 000, 800, 600, 400, 200, 150, 100, 50, 200  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  of different light. The results showed that with the increasing of PAR, the net photosynthetic rate showed an upward trend, and the same was true in the light of the weak light conditions. Under the condition of weak light treatment, the photosynthetic rate was lower than that of natural light; net photosynthetic rate  $P_n$ , the control group reached maximum  $15.31 \text{ CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , while the low-light only reached the maximum  $7.94 \text{ CO}_2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; light saturation point (LSP) maximum were  $1\,061.00 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $825.00 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; light compensation point (LCP) maximum respectively  $58.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $76.42 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . The gas exchange parameters were analyzed, and the plants were found to moderate the decline of the photosynthetic rate resulted from the lack of light, by increasing the stomatal opening and decreasing the intercellular carbon dioxide concentration; under the low light, although the chrysanthemum try to adapt to the environment changed by its own adjustment, the low light would still cause the decline of its photosynthetic rate, and affect the normal growth of the plant. This effect was not only related to the stomatal limitation, but also affected by the non-stomatal factors.

**Keywords:** low light; photosynthetic characteristics; sensitivity; response curve

薄地、盐碱地上,基本不施肥或很少施<sup>[1-2]</sup>,管理粗放,致使苜蓿产量不高,品种退化,品质降低,作为饲草的巨大生产潜力未能充分发挥。现以紫花苜蓿为试材,采用‘3414’部分实施方案<sup>[3]</sup>,通过分析比较紫花苜蓿在不同施肥水平下产量性状、品质特性、生理生态特性的差异,得出高产苜蓿最优的施肥方案,以期干旱、半干旱地区紫花苜蓿合理施用氮磷钾肥、提高苜蓿产量和效益提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试苜蓿品种‘CW272’系宁夏固原市农业科学研究所培育品种。供试化肥为尿素(含 N 46.4%)、颗粒磷肥(含  $P_2O_5$  12%)、复合肥(含 N 10%- $P_2O_5$  7%- $K_2O$  8%),均为普通市售产品。

### 1.2 试验方法

试验于 2008 年 4 月在宁夏固原市农业科学研究所头营试验基地内进行。采用‘3414’部分实施方案, N 取 2 个水平, P、K 分别取 4 个水平, 试验共设 9 个处理, 随机排列, 小区面积 6.67 m<sup>2</sup>, 区间距 0.5 m。试验设计方案见表 1。P、K 肥一次性施入, N 肥分返青期和第一、二茬刈割后分 3 次施入。田间管理主要是防除杂草。紫花苜蓿生长第 5 年, 从返青期开始观测, 每小区取 10 株观测至初花期; 第二、三茬从刈割后 7 d 开始至初花期, 每 7 d 观测一次株高、单株质量、主茎长、分枝数等指标。每茬初花期刈割, 分别于 6 月 10 日、7 月 22 日和 9 月 20 日刈割。同时在刈割期测定每一小区的株高及产量。根据试验地常年施肥量调查结果及作物所需养分等确定施肥水平(表 2)。

表 1 苜蓿 N、P、K 配比试验设计

Table 1 Design of different N, P, K combination experiment on alfalfa

处理 Treatment	N	$P_2O_5$	$K_2O$
N0P0K0	0	0	0
N2P1K3	2	1	3
N2P4K3	2	4	3
N2P3K1	2	3	1
N2P2K2	2	2	2
N2P3K3	2	3	3
N2P3K2	2	3	2
N2P2K3	2	2	3
N2P3K4	2	3	4

### 1.3 项目测定

1.3.1 农艺性状指标的测定 定株观测: 随机选取 10 株定株观测至初花期。株高(cm): 选择生长中等

表 2 试验施肥水平

Table 2 Fertilizer levels of experiment

处理 Treatment	纯施量 Net application amount/(kg · hm <sup>-2</sup> )		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
N0P0K0	0	0	0
N2P1K3	54	0	15
N2P4K3	54	135	15
N2P3K1	54	90	0
N2P2K2	54	45	10.5
N2P3K3	54	90	15
N2P3K2	54	90	10.5
N2P2K3	54	45	15
N2P3K4	54	90	22.5

植株用钢卷尺从地面测量至植株顶端, 重复 5 次。单株鲜质量(g): 选择生长中等植株齐地面剪割, 用 1% 电子天平称鲜质量, 重复 5 次。主茎长度(cm): 选择生长中等植株主茎用钢卷尺从根冠到第一个花序的茎节处的距离, 每株测 3 个枝条, 重复 5 次。产草量(g): 测定各品种的产量, 样方 1.0 m<sup>2</sup>, 重复 3 次。每次测产时称 200 g 鲜草带回实验室阴干, 称干质量。产量以单位面积的鲜草产量来计。

1.3.2 生理生化指标的测定 叶绿素含量的测定采用 95% 乙醇提取法<sup>[4]</sup>; 可溶性糖含量的测定采用蒽酮法比色法<sup>[5]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 DPS 3.01 统计软件及 Microsoft Excel 2003 软件进行数据计算及分析处理。

## 2 结果与分析

2.1 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿农艺性状的影响

2.1.1 对紫花苜蓿株高的定株观测 株高反映了牧草的生长状况, 是衡量苜蓿生产性能的一个重要指标, 其生长过程呈‘S’型曲线, 这种特性是由牧草本身的生物学特性所决定, 是牧草平均经济产量的形成规律<sup>[6]</sup>。对不同氮磷钾配比施肥的紫花苜蓿进行定株观测如图 1 所示。第一茬, 苜蓿生长进入返青期后, 开始较快生长, 其中以 N2P4K3 表现最好, 生长最快。由于持续干旱等因素的影响, 现蕾期苜蓿生长缓慢。第二茬, 进入分枝期苜蓿开始迅速生长, 各个处理的生长趋势较为一致, N2P3K1 和 N2P2K2 处理生长较快。进入第三茬, 由于气温下降, 苜蓿生长较慢, 逐步进入休眠期。其中 N2P2K3 生长最快, N0P0K0、N2P4K3 次之。

2.1.2 对紫花苜蓿株高的影响 彭宏春<sup>[7]</sup>指出紫花苜蓿生长高度与生物产量呈正相关。白玉龙<sup>[8]</sup>研究表明, 不同品种在生长高峰期自然株高平均数与

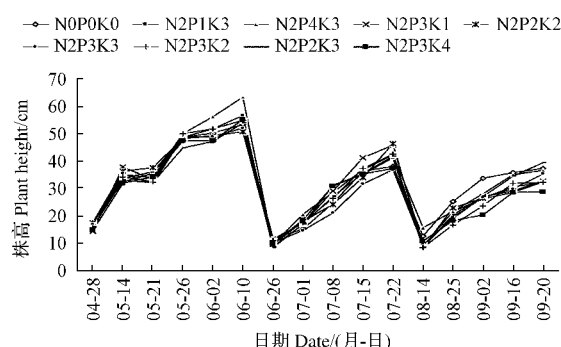


图1 不同氮磷钾配比施肥对紫花苜蓿株高(定株观测)的影响

Fig. 1 Effect of different N,P,K ratio on plant height of alfalfa(to be observed strains)

株龄间呈线性显著正相关,线性回归方程的回归系数达非显著水平。在分枝期前,苜蓿生长较缓慢,进入分枝期后生长加快,到开花期时生长几乎停止,此时株高几乎达到最大值<sup>[9]</sup>。由图2可以看出,对不同氮磷钾配比施肥早地紫花苜蓿的株高进行比较得出,第一茬,由于春寒天气的影响,这段时间的紫花苜蓿生长极其缓慢。气温回暖以后,苜蓿开始较快生长,其中, N2P4K3 株高最高, N2P3K3 次之, N2P1K3 最低。第二茬,各处理的紫花苜蓿开始快速生长。 N2P2K2 株高最高, N2P3K1 次之。第三茬, N2P2K3 株高最高, N0P0K0 次之。这说明温度的变化影响早地紫花苜蓿的生长。

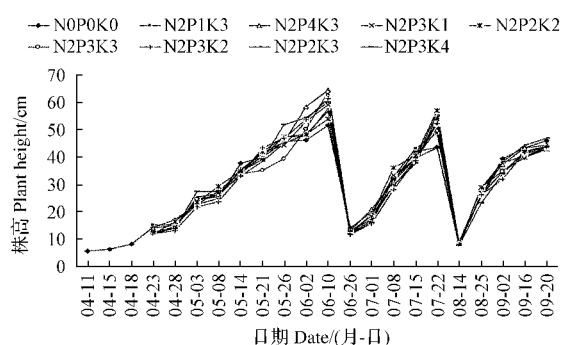


图2 不同氮磷钾配比施肥对紫花苜蓿单株高的影响

Fig. 2 Effect of different N,P,K ratio on plant height of alfalfa

2.1.3 对紫花苜蓿单株质量的影响 从图3可以看出,苜蓿返青后,各处理单株质量均有所增加;由于当地气温骤降,各施肥处理下紫花苜蓿单株质量增长较为缓慢。之后随着气温的回升,各个处理单株质量的增长速度加快,第一茬刈割时, N2P4K3 处理单株质量最高。第二茬,各处理苜蓿单株质量迅

速增加, N2P2K3 的单株质量最高, N2P1K3 最低。第三茬,生长速度相对较为缓慢, N2P3K2 处理单株质量最高, N2P3K4 处理次之,此后,所有处理的单株质量均呈现极其缓慢的增长趋势,原因是自8月28日至9月16日日均气温降低,日最低气温达到4.8℃,造成植株生长缓慢,单株质量增加不明显。这也表明苜蓿生长与气温变化之间存在密切关系。

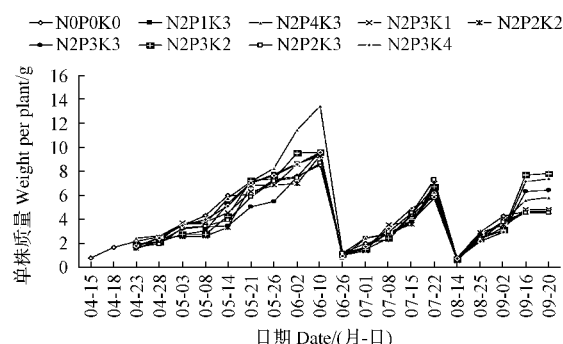


图3 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿单株质量的影响

Fig. 3 Effect of different N,P,K ratio on weight per plant of alfalfa

2.1.4 对紫花苜蓿主茎长的影响 FRANKES等<sup>[10]</sup>研究苜蓿丛径、茎长、分枝数对产量的作用,结果显示3个性状与产量极显著相关,相关系数大小依次为丛径、茎长、分枝数。GEORGE等<sup>[11]</sup>研究报道4个农艺性状与产量显著相关,通径分析表明茎长和分枝数对产量影响最大,而叶片数和节间数对产量影响较小。从图4可以看出,各处理苜蓿的主茎长均呈增加趋势。第一茬,4月23—28日、5月3—8日2段时期,苜蓿生长速度极其缓慢,2个“极其缓慢增长期”均发生在2次降温时期,与苜蓿株高、分枝数的变化一致。5月14日之后,各处理的紫花苜蓿

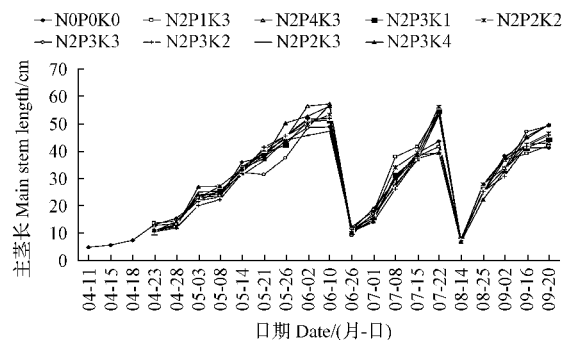


图4 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿主茎长的影响

Fig. 4 Effect of different N,P,K ratio on main stem length of alfalfa

均开始较快生长,以 N2P4K3 处理的紫花苜蓿主茎最长,N2P3K3 处理次之,N2P2K3 处理最短。第二茬,N2P2K2 处理主茎最长,N2P3K2 和 N2P3K4 处理主茎最短。第三茬,N2P2K3、N2P3K4 处理的主茎最长。

2.1.5 对紫花苜蓿主枝分枝数的影响 主枝分枝数也是反映苜蓿产量的一个重要指标。苜蓿产草量主要由单位面积株丛数、每株枝条数和枝条质量构成,当株丛数从  $17 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$  增加到  $172 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$  时,产量也随之增加,但单株质量和单株枝条数趋于下降<sup>[12]</sup>。RUMBAUGH<sup>[13]</sup> 研究了丛径、茎长、分枝数对苜蓿产草量影响,结果显示丛径和分枝数与产量呈高度正相关,而茎长相关性较小,并随着密度增大丛径和分枝数对产草量的影响远远超过茎长对产量的影响,并发现分枝数对产量的影响是丛径的 2 倍。但在稀植条件下,茎长对产草量作用较大且不同年度间茎长对产量影响较稳定。由图 5 可知,主枝分枝数在各个生育阶段均呈现上升趋势。第一茬,在 2 个降温时期,苜蓿的主枝分枝数上升较平缓,气温升高之后,各处理苜蓿主枝分枝数均开始快速增加,其中以 N2P4K3 处理的主枝分枝数最多。第二茬,各个处理的主枝分枝数均迅速上升,以 N2P2K2 处理的主枝分枝数最多。第三茬,各处理的主枝分枝数的变

表 3

氮磷钾不同配比施肥对苜蓿第一茬鲜草产量的影响

Table 3

Effect of different N,P,K ratio on the first crop fresh yield of alfalfa

处理	I	II	III	平均产量	比对照	比对照	折合 $1 \text{ hm}^2$ 产量
Treatment	$/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	$/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	$/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Average yield/ $(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Than the control/ $\pm(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Than the control/ $\pm\%$	Yield/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$
N0P0K0	17.65	17.65	15.98	17.09	0.00	0.00	170.9
N2P1K3	17.79	20.65	17.32	18.65	1.56	9.13	186.5
N2P4K3	27.97	26.98	29.30	28.08	10.99	64.31	280.8
N2P3K1	20.38	19.32	18.97	19.56	2.47	14.45	195.6
N2P2K2	17.32	16.65	19.31	17.76	0.67	3.92	177.6
N2P3K3	27.31	25.64	28.30	27.08	9.99	58.46	270.8
N2P3K2	18.98	23.98	20.64	21.20	4.11	24.05	212.0
N2P2K3	19.31	16.65	17.98	17.98	0.89	5.21	179.8
N2P3K4	22.38	20.32	19.30	20.67	3.58	20.95	206.7

2.2.2 对苜蓿第二茬鲜草产量的影响 从表 4 可以看出,N2P2K2 处理的产量最高,为  $142.1 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

表 4

氮磷钾不同配比施肥对苜蓿第二茬鲜草产量的影响

Table 4

Effect of different N,P,K ratio on the second crop fresh yield of alfalfa

处理	I	II	III	平均产量	比对照	比对照	折合 $1 \text{ hm}^2$ 产量
Treatment	$/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	$/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	$/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Average yield/ $(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Than the control/ $\pm(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Than the control/ $\pm\%$	Yield/ $(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$
N0P0K0	11.32	10.32	10.72	10.79	0.00	0.00	107.9
N2P1K3	11.66	10.99	9.99	10.88	0.09	0.83	108.8
N2P4K3	9.32	12.65	11.99	11.32	0.53	4.91	113.2
N2P3K1	14.65	12.32	14.32	13.76	2.97	27.53	137.6
N2P2K2	14.32	13.32	14.98	14.21	3.42	31.70	142.1
N2P3K3	11.12	12.32	11.32	11.59	0.8	7.41	115.9
N2P3K2	10.99	11.66	12.32	11.66	0.87	8.06	116.6
N2P2K3	13.99	14.32	12.32	13.54	2.75	25.49	135.4
N2P3K4	11.32	9.66	9.99	10.32	-0.47	-4.36	103.2

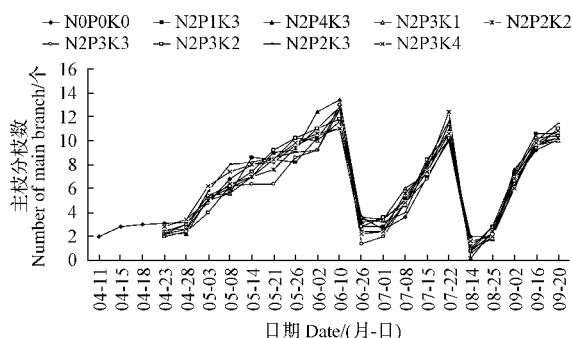


图 5 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿主枝分枝数的影响

Fig. 5 Effect of different N,P,K ratio on main branches number of alfalfa

化趋势较为一致,N2P2K3 处理的主枝分枝数最多。

2.2 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿产量的影响

2.2.1 对苜蓿第一茬鲜草产量的影响 由表 3 可知,N2P4K3 处理的产量最高,为  $280.8 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。各处理均比对照增产,其中,N2P4K3 处理比对照增幅最大为 64.31%;其次为 N2P3K3 处理,比对照增产 58.46%。表明施肥对 5 年生旱地紫花苜蓿产量的提高有直接的促进作用,不同施肥处理对苜蓿产量的增加比例不同。

除 N2P3K4 处理比对照减产 4.36%之外,其它处理均比对照增产,其中 N2P2K2 处理比对照增产幅度

最大为 31.70%，其次为 N2P3K1 处理。结果表明，对于第二茬旱地紫花苜蓿，较低水平施磷钾肥有利于提高苜蓿鲜草产量。

### 2.2.3 对苜蓿第三茬鲜草产量的影响 由表 5 可

表 5

氮磷钾不同配比施肥对苜蓿第三茬鲜草产量的影响

Table 5

Effect of different N,P,K ratio on the third crop fresh yield of alfalfa

处理 Treatment	I /(kg·m <sup>-2</sup> )	II /(kg·m <sup>-2</sup> )	III /(kg·m <sup>-2</sup> )	平均产量 Average yield/(kg·m <sup>-2</sup> )	比对照 Than the control/±(kg·m <sup>-2</sup> )	比对照 Than the control/±%	折合 1 hm <sup>2</sup> 产量 Yield/(t·hm <sup>-2</sup> )
N0P0K0	7.46	6.99	7.53	7.33	0.00	0.00	73.3
N2P1K3	7.97	6.33	7.02	7.11	-0.22	-3.00	71.1
N2P4K3	6.33	8.66	6.66	7.22	-0.11	-1.50	72.2
N2P3K1	6.89	7.33	6.94	6.88	-0.45	-6.14	68.8
N2P2K2	5.41	6.64	6.95	6.33	-1.00	-13.64	63.3
N2P3K3	6.62	6.33	5.97	6.33	-1.00	-13.64	63.3
N2P3K2	7.31	5.99	7.01	6.77	-0.56	-7.64	67.7
N2P2K3	8.04	7.33	7.94	7.77	0.44	6.00	77.7
N2P3K4	6.66	6.33	7.33	6.77	-0.56	-7.64	67.7

2.2.4 同一氮磷钾配比施肥对苜蓿不同茬次鲜草总产量的影响 由表 6 可知，鲜草总产量由第一茬到第三茬为逐级递减的趋势，与前人研究结果一致。其中，N2P4K3 处理总产量最高为 466.2 t·hm<sup>-2</sup>，N2P3K3 处理次之为 450 t·hm<sup>-2</sup>，N0P0K0 的总产量最低。结果表明，随着刈割次数的增加，施肥效果逐渐降低，产量下降明显。

表 6 同一氮磷钾配比施肥旱地紫花苜蓿不同茬次鲜草产量

Table 6 The same ratio of nitrogen,phosphorus and potassium in different stubble of alfalfa fresh yield t·hm<sup>-2</sup>

处理 Treatment	第一茬 The first crop	第二茬 The second crop	第三茬 The third crop	合计 Total
N0P0K0	170.9	107.9	73.3	352.1
N2P1K3	186.5	108.8	71.1	366.4
N2P4K3	280.8	113.2	72.2	466.2
N2P3K1	195.6	137.6	68.8	402.0
N2P2K2	177.6	142.1	63.3	383.0
N2P3K3	270.8	115.9	63.3	450.0
N2P3K2	212.0	116.6	67.7	396.3
N2P2K3	179.8	135.4	77.7	392.9
N2P3K4	206.7	103.2	67.7	377.6

### 2.3 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿生理生化指标的影响

2.3.1 叶绿素含量 叶绿素是植物进行光合作用合成有机物最重要的色素，是评价植物抗性及品质的关键指标。光照时间、光照强度及温度对叶绿素的合成与降解都有直接的影响。如图 6 所示，叶绿素含量在苜蓿的整个生长过程中起伏变化较大。第一茬，叶绿素含量各个处理整体水平较低，表明低温影响紫花苜蓿叶绿素的合成。第二、三茬，各处理叶绿素含量变化较大，N2P2K2 处理叶绿素含量最高，

知，除 N2P2K3 处理之外，其它处理均较对照减产，其中 N2P4K3 处理的紫花苜蓿较对照减产比例最小。表明合理的施肥时期及配比有利于苜蓿增产，否则减产。

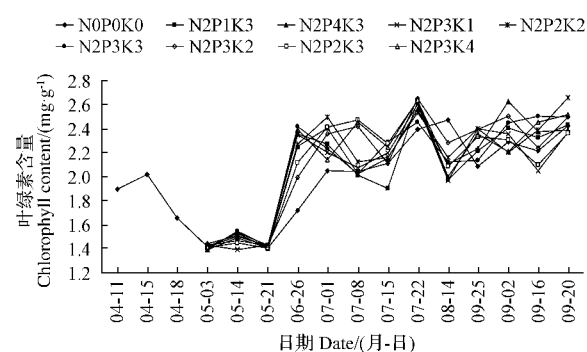


图 6 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿叶绿素含量的影响

Fig. 6 Effect of different N,P,K ratio on chlorophyll content of alfalfa

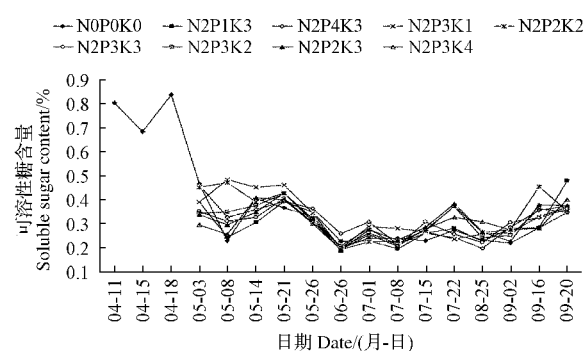


图 7 氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿可溶性糖含量的影响

Fig. 7 Effect of different N,P,K ratio on soluble sugar content of alfalfa

N2P4K3 处理次之，N2P3K1 处理最低。

2.3.2 可溶性糖含量 可溶性糖经常被作为在干旱胁迫下植物体内积累的渗透物质的研究指标，在

干旱胁迫下有积累现象。一般来说,抗旱性强的植物在干旱条件下,可溶性糖维持积累的时间长,积累的量,反之,则维持积累的时间短,积累量也少。由图7可以看出,第一茬,紫花苜蓿返青后可溶性糖含量下降。随着春季气温逐渐回升,可溶性糖作为再生的能源被转移利用。春寒天气期间,N0P0K0的可溶性糖含量下降的最快,N2P2K2处理和N2P3K1处理的可溶性糖含量高于其它处理,表明2种处理的苜蓿抗性优于其它处理,施肥可以提高苜蓿的抗逆性。第二茬初花期,N2P2K3处理和N2P3K2处理的可溶性含量最高。第三茬,各个施肥水平苜蓿的可溶性糖含量开始缓慢上升,表明随着气温的降低,可溶性糖开始积累,以提高其抗旱性。至初花期,N2P1K3处理和N2P3K4处理的可溶性糖含量最高,N0P0K0处理的最低。

### 3 结论

该试验主要研究氮磷钾不同配比对旱地紫花苜蓿产量及其性状的影响,因此如何提高营养元素的利用效率是获得苜蓿持续高产的关键。通过分析氮磷钾不同配比施肥对紫花苜蓿生长特征及其产量的影响,表明不同氮磷钾配比施肥下,各茬次紫花苜蓿在整个生长过程中呈‘S’型生长曲线,符合限制密度下的种群 Logistic 增长模型。在紫花苜蓿生长期有2个生长高峰,一个出现在第二茬生长阶段,即从7月8日至初花期刈割;第2个高峰出现在第三茬生长阶段,即从8月14日至9月2日。对不同施肥水平的紫花苜蓿株高、单株质量、主茎长、分枝数等农艺性状指标进行测定分析,在分枝前期和现蕾前期进行施肥,有助于紫花苜蓿生物量的积累。根据不同氮磷钾配比对旱地紫花苜蓿产量影响的结果,得

到5年生旱地紫花苜蓿获得最佳产量栽培的氮磷钾施肥方案为N2P4K3,即纯N为 $54\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , $\text{P}_2\text{O}_5$ 为 $135\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , $\text{K}_2\text{O}$ 为 $15\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,产量为 $466.2\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

### 参考文献

- [1] 张玉发,王庆锁,苏加楷.试论中国苜蓿产业化[J].中国草地,2000(1):64-69.
- [2] 肖文一,陈德新,吴渠来.饲用植物栽培与利用[M].北京:农业出版社,1991:175-190.
- [3] 王圣瑞.‘3414’肥料试验模型拟合的探讨[J].植物营养与肥料学报,2002,8(4):409-413.
- [4] SARTORY D R, GROBBELAAR J U. Extraction of chlorophyll a from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis [J]. Hydrobiologia, 1984, 114: 177-187.
- [5] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [6] 李风霞.青海湖地区天然牧草群体生长动态数值模拟[J].草业科学,1997,14(2):44-46.
- [7] 彭宏春.柴达木盆地弃耕盐碱地紫花苜蓿生物量季节动态[J].草地学报,2001,9(3):218-222.
- [8] 白玉龙.紫花苜蓿自然株高变量分析[J].草业科学,2002,19(6):32-34.
- [9] 莫本田.美国苜蓿引种试验[J].贵州农业科学,1996(2):6-13.
- [10] FRANKS R V, DAVIS R L. The breeding behavior of yield and related variables in alfalfa. II. Associations between characters[J]. Crop Science, 1961(3):207-209.
- [11] GEORGE H L, WILLIAM A R. Agronomic traits influencing forage and seed yield in alfalfa[J]. Crop Science, 1964, 2: 394-396.
- [12] VOLENEC J J, CHERNEY J H, JOHNSON K D. Yield component, plant morphology and forage quality of alfalfa as influenced by plant population[J]. Crop Science, 1987, 7(2):321-326.
- [13] RUMBAUGH M D. Effects of population density on some components of yield of alfalfa[J]. Crop Science, 1963(3):423-424.

## Effects of Fertilization in Different Combination on the Traits and Yield of Alfalfa

FENG Lingxia

(Biology Engineering College, Yinchuan Energy Institute, Yinchuan, Ningxia 750105)

**Abstract:** Alfalfa was used as test material to study the effect of different ratios of NPK fertilizer on characteristics and yield of alfalfa, using the ‘3414’ part of the implementation of the program. The results showed that under different combination of nitrogen, phosphorus and potassium, the growth of alfalfa in the whole process was ‘S’ type growth curve, in line with the restrictions on the density of the logistic growth model. Under the different fertilizer treatment, the best production of 5-year-old alfalfa in dryland was N2P4K3, that was nitrogen for  $54\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  for  $135\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  for  $15\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , the yield was  $466.2\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ .

**Keywords:** fertilizer ratios; traits; yield; alfalfa in dryland