

夏谷需肥规律的研究

赵 辐 程绍义 隋方功 史全文 郭立忠 孙振明

(莱阳农学院)

摘 要

夏谷一生中及各器官干物质积累动态均有一个直线增长期。幼茎离乳后就可吸收一定量的氮素,出苗后第18天和第48天为吸氮的高峰期,对磷、钾素的吸收动态大致与氮相似,唯吸收磷的直线增长期稍早于氮,对钾的吸收则在出苗后第64天方达到最大值。夏谷抽穗后,其穗部氮、磷的含量与茎叶及根部氮磷含量呈负相关。在目前生产条件下,增施氮、磷肥是提高旱薄地夏谷产量的主要途径。

华北地区是我国谷子的主要栽培区。近几年,由于对干旱地区的开发利用和调整作物布局的需要,夏谷的播种面积正日益扩大。但对夏谷需肥规律却缺乏系统性研究⁽¹⁾。因而,在夏谷的施肥上存在着一定的盲目性。本文旨在研究夏谷的需肥规律,为科学施肥提供理论依据。

一、试验方法

试验用盆栽法进行。供试土壤有棕壤、潮土和褐土,其基本性状列于表1。供试作物为谷子,品种为豫谷1号。

将20kg供试土壤与0.7g尿素、10.8g过磷酸钙、2.66g氯化钾(氮占总施肥量的20%)充分混合后,盛入30×30cm的盆钵供试验用。试验于每年的6月16日播种,当年9月15日收获,共进行三年(1985—1987)。在谷子进入拔节期时追施氮肥1.04g(占总施肥量的30%);在孕穗期再追施氮肥1.74g(占总施肥量的50%)。

表1 供试土壤的基本农化性状

土 壤	有机质 (%)	全 氮 (%)	碱解氮(ppm)	速效磷(P, ppm)	速效钾(K, ppm)
潮 土	0.870—0.95	0.06—0.07	70.8—113	4.2—20.8	102—120
褐 土	0.950—1.58	0.06—0.09	65.1—103	5.4—24.1	99—125
棕 壤	0.72—0.78	0.056—0.061	60.1—80.3	7.4—19.9	66.5—80.0

在谷子的拔节期、孕穗前期、孕穗后期、抽穗期、开花期、灌浆期及完熟期分别采集植株样品(茎叶、根、穗分开),洗净,于70—80℃烘干,磨碎,过筛,供分析全氮、全磷和全钾用。

二、结果与分析

(一)夏谷干物质积累动态

夏谷生长初期(出苗后32天内),干物质积累速度较慢,出苗后32—62天为干物质积累的

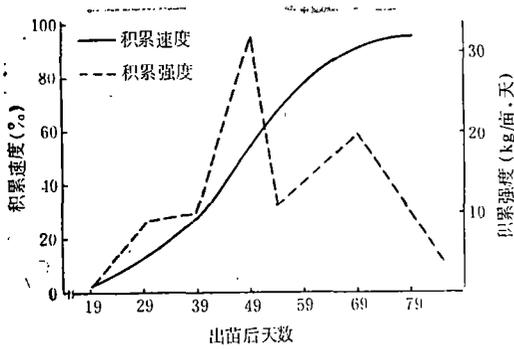


图1 夏谷干物质积累动态
(图中的积累强度按5万株/亩计算)

孕穗后第43天, 共历时23天(图2)。

(二) 夏谷对氮、磷钾的吸收

1. 夏谷对氮的吸收

夏谷不同生育时期对氮素吸收速度不同(表2)。经回归分析得知, $\hat{p} = 2.7721 + 0.0632x$ ($r = 0.968^{**}$) 当 $x = 0$ 时, 即出苗时吸氮速度为2.7721概率单位, 吸氮累积百分率为1.3%, 相当于每亩吸收氮素0.148kg, 这说明谷子幼苗离乳期后, 植株就可吸收一定

直线增长期, 此期内可积累总量的68.2%。其后, 干物质积累速度才减慢, 但从夏谷干物质积累强度来看, 在其一生中有三个高峰期, 分别在出苗后的29天, 49天和69天(图1)。

夏谷茎叶的干物质积累也有一个直线增长期。其始期为出苗后第54天可达到最大值。此时正值夏谷的开花期; 根的干物质积累直线增长期为出苗后第28—46天, 即孕穗前期至抽穗期, 历时18天; 穗的干物质积累直线增长始期为孕穗后第21天, 未期为

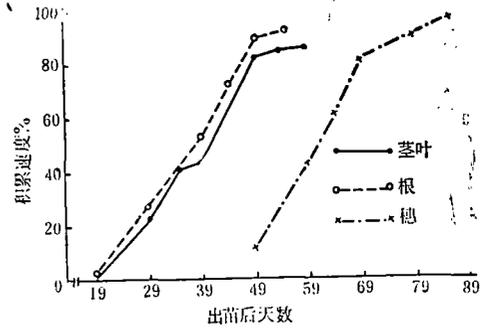


图2 夏谷茎叶、根、穗干物质积累速度

表2 夏谷对氮、磷、钾的吸收与出苗天数的关系

取样日期 (月/日)	x (出苗 天数)	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
		y 吸收 速度%	p y 的概率 率单位	\hat{p}	$\hat{y}\%$	y 吸收 速度%	p y 的概率 率单位	\hat{p}	$\hat{y}\%$	y 吸收 速度%	p 率的概 率 y 单位	\hat{p}	$\hat{y}\%$
7.9	19	6.81	3.15	3.97	15.2	4.1	3.26	3.68	9.4	6.79	3.51	3.63	8.5
7.19	29	34.9	4.61	4.60	34.6	24.4	4.13	4.31	24.5	30.5	4.49	4.37	26.4
7.24	34	52.8	5.07	4.92	46.9	45.9	4.90	4.62	35.3	46.3	4.91	4.74	39.7
7.29	39	54.5	5.11	5.24	49.4	46.8	4.92	4.94	47.5	46.6	4.92	5.11	54.3
8.3	44	71.2	5.56	5.55	71.0	67.7	5.46	5.25	59.9	65.7	5.40	5.48	68.5
8.8	49	92.0	6.41	5.87	80.8	79.2	5.81	5.57	71.4	86.2	6.09	5.85	80.3
8.13	54	92.8	6.46	6.19	88.2	79.9	5.84	5.88	81.0	86.9	6.12	9.22	88.9
8.18	59	94.8	6.63	6.50	93.3	86.5	6.10	6.19	88.4	94.0	9.56	6.59	94.5
8.23	64	96.6	6.83	6.82	96.6	93.8	6.54	9.51	93.4	—	—	—	—
8.28	69	98.3	7.12	7.13	98.4	97.5	6.96	6.82	96.6	—	—	—	—
9.7	79	98.8	7.26	7.77	99.7	98.3	7.12	7.45	99.3	—	—	—	—

量的氮素营养, 每生长一天, 吸氮累积速度平均增加0.063概率单位, 此方程的曲线图绘于图3。

从表2可知, 由于 $p = 4.6$, 其相应的吸收速度概率分别为15.9%和84.1%。由方程得知, 夏谷吸氮主要时期为出苗后19—51天, 即孕穗后期至抽穗后, 历时32天, 开花期后氮素吸收速度开始下降。

夏谷对氮的吸收强度有两个高峰。一是在出苗后第29天, 即拔节期后至孕穗前期; 一是

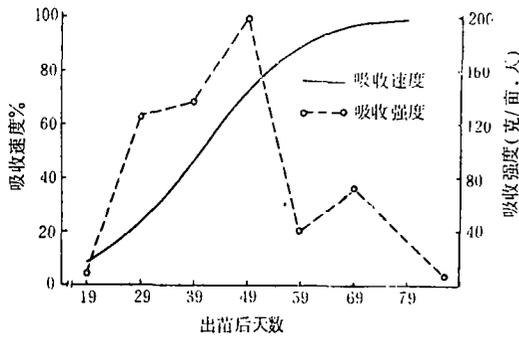


图3 夏谷吸收氮的动态

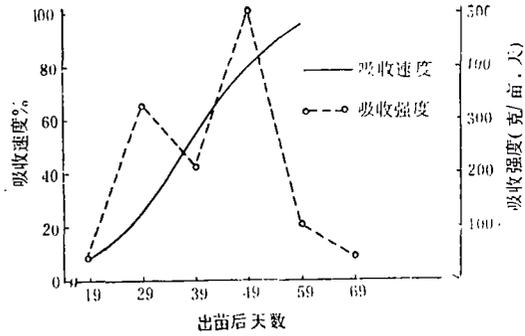


图4 夏谷吸收磷(P₂O₅)的动态

在抽穗期，即出苗后第49天。

2. 夏谷对磷的吸收

夏谷不同生育时期对磷的吸收情况列于表2。经回归分析，得 $\hat{p} = 2.4886 + 0.0628x$ ($r = 0.988^{**}$)，当 $x = 0$ 时，即出苗时吸磷速度为2.4886概率单位，吸磷累积百分率为0.6%，即每亩吸收P₂O₅0.038kg，此方程的曲线图绘于图4，由方程所估计的夏谷吸收P₂O₅的主要时期为出苗后的第24—56天，即拔节期至开花盛期，历时32天。可见夏谷吸磷的主要时期稍早于对氮素的吸收。

夏谷对磷的吸收强度呈现三个高峰期，第一个高峰在出苗后第29天；第二个高峰在抽穗期即出苗后第49天；第三个高峰在籽粒的灌浆期，即出苗后第69天。由于夏谷在生育的前期吸磷强度大，再加之磷在土壤中移动速度小，故磷肥以作基肥施用为好。

3. 夏谷对钾的吸收

夏谷体内钾含量以出苗后第64天为最大，随后逐渐下降。夏谷从出苗至灌浆期吸收钾的速度见表2。

经回归分析得知， $\hat{p} = 2.2170 + 0.0742x$ $r = 0.988^{**}$ 当 $x = 0$ 时，即出苗时吸收K₂O速度为2.2170个概率单位，吸收累积百分率为0.3%，即每亩吸收K₂O0.045kg，此方程的曲线图绘于图5。由此方程估计的夏谷吸收K₂O的主要时期为出苗后的第24—51天，即拔节期至抽穗期，历时27天。

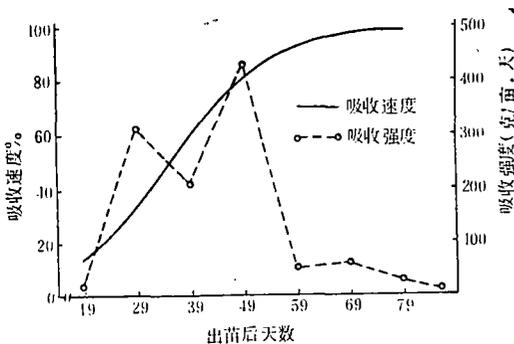


图5 夏谷吸收钾(K₂O)的动态

夏谷对钾的吸收强度有两个高峰，一是孕穗前期即出苗后第29天；二是抽穗期，即出苗后第49天。所以钾肥以作基肥或早期追肥效果为好。

(三) 夏谷体内氮磷钾的分布特点

夏谷体内氮、磷、钾分布特点如下：

1. 含氮化合物的分布

抽穗后夏谷体内各器官的含氮量见表3。经多元回归分析得知，谷穗(y)的氮素与茎叶(x₁)的氮及根部(x₂)的氮之间的关系

可用二元一次方程，即 $\hat{y} = 12.167 - 1.156x_1 - 1.438x_2$ 来描述，其方差分析见表4。

检验结果表明，夏谷穗部氮含量与茎叶及根合氮量的关系很密切，当根的含氮量不变时，

表3 夏谷体内各器官的含氮量 (Kg/亩)

取样日期 日/月	茎叶含氮量 (x_1)	根含氮量 (x_2)	穗含氮量 (y)
8/8	8.70	0.71	1.09
13/8	7.77	0.837	1.98
18/8	7.48	0.429	2.92
23/8	6.05	0.321	4.62
28/8	4.99	0.299	5.93
7/9	5.39	0.282	6.61
15/9	4.16	0.244	7.01

分布于茎叶的氮素每增加1 kg/亩, 则穗的氮素将减少1.16kg/亩, 而当茎叶的氮素一定时, 根的氮量每增加1 kg/亩, 则穗的氮量将减少1.44kg/亩。通过对自变量(x_1, x_2)在多元回归中作用的大小检验得知, 茎叶的氮素 x_1 的F值, $F_1 = 2149.6^{**}$, 而根的氮素 x_2 的F值, $F_2 = 66.15^{**}$ 均达极显著的水准, $F(1, 4) = 21.2$, 说明穗的氮素(y)与茎叶的氮素(x_1)及根的氮素(x_2)有很密切的关系, 抽

表4 夏谷穗、茎叶和根部含氮量的方差分析

变异因素	自由度	平方和	方差	显著水准	F
回 归	2	29.3327	14.6663	F(2, 4) 0.05 0.01	5408.8 ^{**}
剩余(误差)	4	0.01084	2.71158	6.94 18.0	
总 变 异	6	29.3435			

穗后即转入以籽粒建成为中心的时期。如果体内含氮化合物不能及时转移到穗部, 将会影响夏谷产量。在生产上应防止后期氮素营养过剩而造成贪青晚熟的现象。

2. 夏谷体内磷与钾的分布:

夏谷抽穗后体内磷与钾的分布情况见表5。经多元回归分析, 穗部(y)的磷素与茎叶(x_1)及根(x_2)的磷之间的关系, 可用二元一次方程: $\hat{y} = 7.6839 - 1.4508x_1 - 5.0353x_2$ 描述, 其方差分析见表6。F检验结果表

表5 夏谷体内磷与钾的分布 (kg/亩)

日期 日/月	穗(y)		茎叶(x_1)		根(x_2)	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
8/8	0.940	1.04	3.89	11.1	0.229	1.03
13/8	1.50	1.60	3.42	10.7	0.189	0.990
18/8	1.94	2.47	3.47	11.0	0.136	0.821
23/8	3.10	2.73	2.75	8.58	0.150	0.756
28/8	3.38	3.02	2.72	9.55	0.127	0.640
7/9	4.12	2.73	2.05	8.21	0.113	0.578
15/9	4.50	1.82	1.82	8.97	0.079	0.538

表6 夏谷穗部含磷量与茎叶及根含磷量的方差分析

变异因素	自由度	平方和	方差	F	显著水平
回 归	2	10.74098	5.37049		F(2, 4)
剩余(误差)	4	0.210502	0.052625	102.051 ^{**}	0.05 0.01
总 变 异	6	10.95148			6.94 18.0

明, 夏谷穗部含磷量与茎叶及根含磷量的关系很密切。通过对自变量 x_1, x_2 在多元回归中作用大小的检验得知, 茎叶磷(x_1)的F值, $F_1 = 29.26^{**}$, 而根中磷素 x_2 的F值, $F_2 = 1.483$, $F(1, 4) = 21.2$, $F_1 > F_{0.01}$ 为极显著, 而 $F_2 < F_{0.05}$ 为不显著, 这进一步表明, 分布于穗部(y)的磷素与茎叶(x_1)的磷素有很密切的关系, 而与根(x_2)的磷素关系很小, 故将其从回归方程中除去, 重新用一元回归处理, 则穗部(y)的磷素与茎叶(x_1)的磷素之间的关系为: $y = 7.7827 - 1.7415x_1 - 0.987^{**}$, 达极显著水准。由此可知, 抽穗后茎叶的磷量每减少1 kg/亩则运往穗部的磷素将增加1.74kg/亩, 因此, 在夏谷抽穗后, 加速茎叶内的磷向穗部转移, 将有利于籽粒含磷化合物的形成和贮存。

(下转第187页)

论会编文集, 科学出版社, 1987年。

[4]〔苏〕哈兹耶夫著(郑洪元, 周礼恺、张德生译)。土壤酶活性, 科学出版社, 1986年。

[5] Brar, S. S., & Giddens, J., Soil Sci Soc. Am. Proc. 32:821, 1968.

[6] Siebren, J., Van De Dijk & Sep R. Troelstra. Plant & Soil, 57(1): 11—21, 1980.

[7] Alexander, M., "Nitrification" in "Introduction to Soil Microbiology" "Second Edition, 251—270, New York, Santa, Barbara, London, Sydney, Toronte, 1977.

[8] Kreitinger, J. P., T. M. Klein, N. J. Novick, & M. Alexander, Soil Sci. Soc. Am. J., 49: 1407—1410, 1985.

[9] Martikainen, R. J., Soil Biol. Biochem. 17(3): 363—367, 1985.

[10] Shattuck, G. E. Jr., & M. Alexander, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 27(5):600—601 1963.

(上接第183页)

抽穗后分布于穗的钾素与茎叶及根部的钾素之间无相关性, $F = 1.499 < F_{0.05}$ 。夏谷的生长期正值北方的雨季, 植株体内的钾为 k^+ 状态存在, 可能与受雨水淋洗而外溢有关, 对此尚需进一步研究。

三、结 论

1. 夏谷干物质积累动态呈“S”型曲线, 其直线增长期为出苗后第32—62天, 在此期内可积累干物质重总量的68.2%。各器官的干物质重积累, 茎叶直线增长始期为出苗后第27天, 末期为第51天。根重的增量到第54天可达最大值, 此时正值夏谷的开花期。穗干物重的直线增长期为孕穗后的第21—43天, 历时23天。夏谷一生中及各器官干物质积累的直线增长期, 是夏谷栽培管理制订控促措施的重要理论依据。

2. 夏谷一生中氮、磷、钾的吸收动态均有一个直线增长期, 对磷吸收的直线增长期稍早于氮, 对钾的吸收到出苗后第64天即可达到最大值。谷子幼苗离乳后, 植株就可吸收一定量的氮素营养, 出苗后第29天和第49天为吸氮的高峰期, 对磷钾吸收的高峰期大致与氮相似。说明夏谷的施肥应突出一个“早”字, 特别对旱薄地更为重要。因此, 对夏谷而言, 磷钾肥应作基肥用, 氮肥应作种肥用。在夏谷出苗后第20天则应追施攻穗肥, 第40天追施攻粒肥。

3. 夏谷穗部氮、磷含量与茎叶及根部氮、磷含量呈负相关。在田间管理上, 应以控制营养器官、促进其体内氮、磷向穗部转移为中心。在目前的生产条件下, 在上述三种土壤上, 特别是其中的旱薄地上, 增施氮、磷肥是提高夏谷产量的主要措施。

参 考 文 献

〔1〕山西省农科院编, 中国谷子栽培学, 90—104页, 农业出版社, 1987。

〔2〕中国土壤学会农业化学专业委员会编, 土壤农业化学常规分析方法, 67—116页273—279页, 科学出版社, 1984。