

文章编号: 1005-0906(2007)01-0115-05

栽培措施对青贮玉米粗脂肪含量及产量的影响

郭顺美¹, 刘景辉², 纪春香¹, 金智¹, 薛峰¹, 焦立新²

(1. 呼和浩特市园艺科技试验中心, 呼和浩特 010070; 2. 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010019)

摘要: 采用 3 因素最优饱和设计, 系统地研究了氮肥、磷肥与种植密度 3 因素对不同收获时期青贮玉米粗脂肪含量及产量的影响。结果表明: N、P 与密度是影响粗脂肪含量与产量的重要因子。随着收获期推迟, 密度与 N 对粗脂肪含量的作用逐渐增强, P 的作用逐渐减弱。对粗脂肪产量的作用因不同收获期而异。总的来说, 随 N、P 用量的增加, 青贮玉米整株粗脂肪的含量及产量均呈单峰曲线变化, 随密度的增大则略呈下降趋势。获得较高粗脂肪产量 (170 ~ 390 kg/hm²) 的适宜施 N 量为 165 ~ 225 kg/hm², 施 P 量为 65 ~ 140 kg/hm²。

关键词: 青贮玉米, 栽培措施, 粗脂肪含量, 粗脂肪产量

中图分类号: S513.04

文献标识码: A

Effect of Different Cultivation Measures on Crude Fat Content and Yield of Silage Maize

GUO Shun-mei¹, LIU Jing-hui², JI Chun-xiang¹, JIN Zhi¹, XUE Feng¹, JIAO Li-xin²(1. *Horticulture Science and Technology Trial and Demonstration Center of Hohhot, Hohhot 010070;*2. *Agronomy College of Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China*)

Abstract: In this trial, effects of N fertilizer amount, P fertilizer amount and plant density to crude fat content and yield of different silage maize in different harvest periods were studied, applying 3 factors optimum saturation design. It showed that N fertilizer amount, P fertilizer amount and plant density played important roles in crude fat content and yield of silage maize. The effects of N amount and density to crude fat content and yield increased, and the effect of P amount decreased with the postponing of growth stage. The effects of three factors are different because of different harvest periods. Crude fat content and yield of maize showed single-peaked curve with the increasing of N and P amounts, decreased with the increasing of density. The suitable N and P amount were 165 – 225 kg/ha and 65 – 140 kg/ha and the crude fat yield will reach 170 – 390 kg/ha.

Key words: Silage maize; Cultivation measures; Crude fat content; Crude fat yield

产量和品质是青贮型玉米品种两个不可缺少的评价因素。青贮玉米的品质, 国内通常采用粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗纤维含量、无氮浸出物和灰分含量等指标判断饲料的营养品质。这种评价方法存在一定的缺欠。目前, 国际上通常根据营养成分、纤维素的类型和动物离体实验等对青贮玉米品质进行划分, 常用的指标有粗蛋白含量、淀粉含量、中性和酸性洗涤纤维含量、木质素含量、离体消化力和细胞壁

消化力。

栽培措施是影响青贮玉米产量和品质的重要因素。国内外研究表明, 施肥对玉米子粒的营养品质有显著影响。在青贮玉米营养品质对密度与肥料的反应方面, 前人的研究尚不系统, 其机理尚不清楚。

本试验通过 3 因素最优饱和设计, 研究 N、P 与种植密度 3 因素与不同收获时期青贮玉米粗脂肪的关系, 并通过回归模拟 3 因子对青贮玉米粗脂肪含量及其产量的效应, 为实现青贮玉米高产优质栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于 2005 年在呼和浩特市园艺科技试验中

收稿日期: 2006-03-31

基金项目: 呼和浩特市科技攻关计划项目(2003-1- 农社 -07)

作者简介: 郭顺美(1962-), 女, 高级农艺师, 山西省代县人。主要从事牧草种植技术推广工作。

刘景辉为本文通讯作者。E-mail: cauljh@yahoo.com.cn

Tel: 0471-4318473 13848150459

心进行,土壤为偏砂壤土,土层深厚。基础肥力情况为:有机质 1.34%,碱解氮 31.25 mg/kg,有效磷 16.13 mg/kg,有效钾 146.25 mg/kg。田间最大持水量 22.5%,pH 值 7.7。

1.2 试验材料与设计

供试品种为青贮玉米品种金坤 9 号。试验设计为施氮量(纯 N)、施磷量(P₂O₅)、种植密度(D)3 个因素、5 个水平,采用 311-A 饱和设计,12 个处理组合(表 1,表 2),重复 3 次,共 36 个试验小区,每小区面积为 15 m²,行距 50 cm。播种期为 4 月 28 日,播种前施有机肥 22 500 kg/hm²,磷肥按处理水平作为底肥随播种一次性施入,尿素分别在小喇叭口期和大喇叭口期按施肥总量的 30%和 70%追施,生育期间结合追肥灌水 3 次,其它管理措施同普通玉米大田。

表 1 三因素五水平最优设计

Table 1 Saturation design of three factors and five levels			
编码值	水平值 Level titer		
Encode titer	纯 N Pure N	P ₂ O ₅	密度 Density
-2	0	0	3 750
-1.414	65.925	35.16	/
-1	/	/	4 500
0	225.000	120.00	5 250
1	/	/	6 000
1.414	384.075	204.84	/
2	450.000	240.00	6 750

1.3 取样及测定方法

取样方法:分别在8月11日、8月26日与9月12日,在各处理小区中选取有代表性样点 2 m²,收割全部植株,测定其果穗、秸秆及全株鲜重,并按分器官留取小样,将样品在 105℃下杀青 30 min,然后在 80℃下烘干至恒重称量,留取小样供营养分析测定。

测定方法:粗脂肪的测定采用鲁氏残留(渣)法。

表 3 不同收获期整株粗脂肪含量二次回归拟合方程

Table 3 Regression equation of crude fat content of silage maize plant in different harvesting dates	
处理 Treatment	二次回归拟合方程 Second regression fitting equation
方程(1)	$Y_1=1.51+0.09X_1-0.10X_2-0.04X_3-0.02X_1^2-0.03X_2^2+0.01X_3^2+0.10X_1X_2-0.04X_1X_3+0.07X_2X_3$
方程(2)	$Y_2=1.23-0.01X_1-0.10X_2-0.10X_3-0.04X_1^2+0.02X_2^2+0.08X_3^2+0.00X_1X_2-0.00X_1X_3+0.04X_2X_3$
方程(3)	$Y_3=1.45-0.08X_1+0.04X_2-0.20X_3-0.08X_1^2-0.05X_2^2+0.21X_3^2+0.08X_1X_2-0.20X_1X_3+0.08X_2X_3$

表 4 回归方程显著性检验值

Table 4 Test of significance on regression equation					
处 理	相关系数	F 值	显著水平	剩余标准差	调整后的相关系数
Treatment	Related coefficients	F-test	Significant level	Surplus standard deviation	Related coefficients adjust
方程(1)	0.976 7	4.608 5	0.191 0	0.126 9	0.864 2
方程(2)	0.844 1	0.550 8	0.782 4	0.319 2	0.000 0
方程(3)	0.824 6	0.472 1	0.823 7	0.834 0	0.000 0

数据分析:所有试验数据均采用 SPSS(11.0)统计分析软件进行分析。

表 2 三因素五水平最优“311-A”饱和设计

Table 2 Saturation design on 311-A						
编 号 No.	设计矩阵 Design matrix			试验方案 Test plan		
	N	P	D	N	P ₂ O ₅	D
				(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(株 /hm ²)
N ₃ P ₃ D ₅	0	0	2	225	120	101 250
N ₃ P ₃ D ₁	0	0	-2	225	120	56 250
N ₂ P ₄ D ₄	-1.414	1.414	1	65.925	204.84	90 000
N ₄ P ₂ D ₄	1.414	-1.414	1	384.075	35.16	90 000
N ₂ P ₂ D ₄	-1.414	-1.414	1	65.925	35.16	90 000
N ₄ P ₄ D ₄	1.414	1.414	1	384.075	204.84	90 000
N ₅ P ₃ D ₂	2	0	-1	450	120	67 500
N ₁ P ₃ D ₂	-2	0	-1	0	120	67 500
N ₃ P ₃ D ₂	0	2	-1	225	240	67 500
N ₃ P ₁ D ₂	0	-2	-1	225	0	67 500
N ₃ P ₃ D ₂	0	0	-1	225	120	67 500
N ₁ P ₁ D ₃	-2	-2	0	0	0	78 750

2 结果与分析

2.1 栽培措施与粗脂肪含量的关系

对不同收获期整株粗脂肪含量结果进行二次回归拟合结果(表 3)表明,8 月 11 日收获粗脂肪含量与 N、P、密度 3 因素有显著相关性。8 月 26 和 9 月 12 日回归方程检验值与回归系数检验值未完全达到显著水平,说明粗脂肪含量和 N、P、种植密度个别因子之间相关不紧密。由回归系数 t 检验值可知,灌浆期收获,N 与粗脂肪含量相关不显著;NP 交互、N 密度交互与粗脂肪含量相关不显著。乳熟期收获,N 和 P 单因子与粗脂肪含量相关不显著;N 密度交互与粗脂肪含量相关不显著。

表 5 回归系数显著性检验值

Table 5 Test of significance on regression coefficients

处 理		回归方程(1)		回归方程(2)			回归方程(3)		
Treatment		Regression equation 1st		Regression equation 2nd			Regression equation 3rd		
回归系数	偏相关系数	t 值	显著水平	偏相关系数	t 值	显著水平	偏相关系数	t 值	显著水平
Regression coefficients	Partial related coefficients	t value	Significant level	Partial related coefficients	t value	Significant level	Partial related coefficients	t value	Significant level
$r(y, 1)$	0.850 13	3.793 13	0.032 15	-0.090 28	0.213 55	0.844 59	-0.153 84	0.485 42	0.660 62
$r(y, 2)$	-0.854 32	3.861 87	0.030 69	-0.565 23	1.614 18	0.204 90	0.074 34	0.232 42	0.831 16
$r(y, 3)$	-0.552 86	1.558 81	0.216 93	-0.528 32	1.465 92	0.238 92	-0.350 38	1.166 30	0.327 78
$r(y, 4)$	-0.230 35	0.556 15	0.616 90	-0.215 13	0.518 96	0.639 64	-0.131 03	0.412 07	0.707 96
$r(y, 5)$	-0.406 49	1.045 30	0.372 69	0.094 48	0.223 58	0.837 44	-0.086 27	0.269 96	0.804 70
$r(y, 6)$	0.101 88	0.240 61	0.825 36	0.290 58	0.715 43	0.526 00	0.231 89	0.743 21	0.511 27
$r(y, 7)$	0.884 22	4.447 76	0.021 14	0.006 56	0.015 44	0.988 65	0.170 66	0.539 97	0.626 72
$r(y, 8)$	-0.514 20	1.408 60	0.253 71	-0.019 41	0.045 73	0.966 40	-0.354 72	1.182 81	0.322 08
$r(y, 9)$	0.753 75	2.694 79	0.074 11	0.246 42	0.598 99	0.591 39	0.156 17	0.492 95	0.655 87

注:方程(1)、(2)、(3)分别代表 3 个不同收获时期的产量模型。下表同。

Note: Equation (1), (2) and (3) represents yield models of three different harvest periods. The same as the following tables.

由一次项和二次项的偏回归系数和 t 值 (表 5) 可知,N、P 与种植密度单因子对粗脂肪含量的影响关系在 8 月 11 日收获为 $P(X_2)>N(X_1)>$ 密度(X_3);8 月 26 日收获为 $P(X_2)>$ 密度(X_3)> $N(X_1)$;9 月 12 日收获为密度(X_3)> $N(X_1)>P(X_2)$ 。

两因子交互效应,8 月 11 日收获为 $NP>N$ 密度> P 密度;8 月 26 日收获为 $NP>N$ 密度> P 密度;9 月 12 日收获为 N 密度> $NP>P$ 密度。

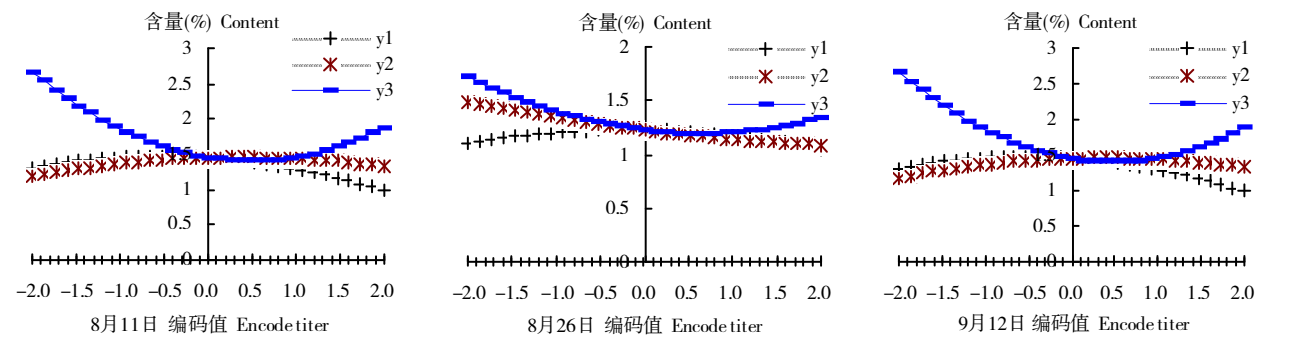


图 1 N、P 与密度对粗脂肪含量的单因素效应

Fig.1 Effect of nitrogen, phosphorus and density on crude fat content of silage maize

由图 1 可见,在 3 个时期收获,N、P 与种植密度单因子对粗脂肪含量的效应因收获期不同而异。散粉期收获,随施 N 量的增加,粗脂肪含量呈增加趋势,增加幅度渐缓;随施 P 量的增加,呈下降趋势,而且施 P 量越大,下降越显著;此期收获,密度对粗脂肪含量的效应最小,且随密度的增大,粗脂肪含量呈下降趋势,下降幅度渐缓。

灌浆期和乳熟期收获,随着施 N 量的增加,粗脂肪含量呈“单峰”曲线变化。峰值分别为 1.23%和 1.47%,对应 N 的最佳施入量为 210 kg/hm² 和 165 kg/hm²。灌浆期收获,随施 P 量的增加,粗脂肪含量呈下降趋势,下降幅度渐缓;乳熟期收获,随施 P 量的增加,粗脂肪含量呈“单峰”曲线变化,峰值为 1.46%,对应地最佳施 P 量为 144 kg/hm²。灌浆期和乳熟期收获,粗脂肪含量随密度增大呈“U”型曲线变化。

可见,粗脂肪含量不仅受 N、P 与种植密度 3 因子影响,而且受收获期的制约。在本试验中,散粉期收获,高 N、中 P、低密条件下,粗脂肪含量最高;灌浆期收获,中 N、低 P、低密条件下,粗脂肪含量最高;乳熟期收获,中 N、中 P、低密条件下,粗脂肪含量最高。

2.2 与粗脂肪产量的关系

对不同收获期植株粗脂肪产量结果进行二次回

归拟合(表 6、表 7)结果表明,回归方程检验值与回归系数检验值未完全达到显著水平,表明影响粗脂肪产量的 3 因子中,个别因子与粗脂肪产量相关不显著。8 月 11 日收获,N、密度单因子与粗脂肪产量相关不显著;P 密度交互与粗脂肪产量相关不显著。

8 月 26 日收获,P 与粗脂肪产量相关不显著;N 密度交互、P 密度交互与粗脂肪产量相关不显著。9 月 12 日收获,N、P 单因子与粗脂肪产量相关不显著;P 密度交互与粗脂肪产量相关不显著。

表 6 不同收获期整株粗脂肪产量二次回归拟合方程
Table 6 Second regression equation of crude fat yield of silage maize plant in different harvesting dates

处 理 Treatment	二次回归拟合方程 Second regression fitting equation
方程(1)	$Y_1=170.22-0.10X_1+0.74X_2+4.05X_3-3.99X_1^2-16.37X_2^2+1.69X_3^2+20.57X_1X_2-6.19X_1X_3+0.40X_2X_3$
方程(2)	$Y_2=181.86-11.37X_1-13.44X_2-3.60X_3-10.05X_1^2-7.55X_2^2+1.93X_3^2+7.36X_1X_2-7.06X_1X_3-4.64X_2X_3$
方程(3)	$Y_3=374.80-0.13X_1+19.33X_2-40.34X_3-27.27X_1^2-27.27X_2^2+16.53X_3^2+21.03X_1X_2-44.43X_1X_3+16.03X_2X_3$

表 7 回归方程显著性检验值
Table 7 Test of significance on regression equation

处 理 Treatment	相关系数 Related coefficients	F 值 F-test	显著水平 Significant level	剩余标准差 Surplus standard deviation	调整后的相关系数 Related coefficients adjust
方程(1)	0.913 0	1.114 3	0.558 8	38.423 5	0.292 4
方程(2)	0.748 8	0.283 8	0.925 9	67.663 4	0.000 0
方程(3)	0.842 8	0.545 2	0.785 3	169.710 0	0.000 0

表 8 回归系数显著性检验值
Table 8 Test of significance on regression coefficient

处 理 Treatment		回归方程(1) Regression equation 1st		回归方程(2) Regression equation 2nd			回归方程(3) Regression equation 3rd		
回归系数 Regression coefficients	偏相关系数 Partial related coefficients	t 值 t value	显著水平 Significant level	偏相关系数 Partial related coefficients	t 值 t value	显著水平 Significant level	偏相关系数 Partial related coefficients	t 值 t value	显著水平 Significant level
r(y, 1)	-0.000 51	0.012 86	0.990 55	-0.030 27	0.854 01	0.455 87	-0.000 09	0.003 91	0.997 12
r(y, 2)	0.003 89	0.097 96	0.928 15	-0.035 79	1.009 72	0.387 00	0.013 19	0.578 74	0.603 36
r(y, 3)	0.020 60	0.518 47	0.639 94	-0.009 29	0.261 90	0.810 35	-0.026 63	1.169 20	0.326 77
r(y, 4)	-0.018 65	0.469 27	0.670 88	-0.023 77	0.670 52	0.550 53	-0.016 53	0.725 46	0.520 64
r(y, 5)	-0.076 23	1.923 46	0.150 13	-0.017 86	0.503 70	0.649 13	-0.016 53	0.725 46	0.520 64
r(y, 6)	0.005 27	0.132 51	0.902 97	0.003 06	0.086 26	0.936 69	0.006 70	0.294 17	0.787 81
r(y, 7)	0.122 18	3.097 11	0.053 42	0.022 32	0.629 49	0.573 70	0.016 34	0.717 10	0.525 10
r(y, 8)	-0.031 36	0.789 31	0.487 56	-0.018 14	0.511 47	0.644 29	-0.029 21	1.282 44	0.289 80
r(y, 9)	0.002 01	0.050 57	0.962 85	-0.011 91	0.335 77	0.759 15	0.010 54	0.462 62	0.675 13

由一次项和二次项的偏回归系数和 t 值 (表 7、表 8)可知,N、P、种植密度单因子与粗脂肪产量的关系,在 8 月 11 日和 9 月 12 日收获为密度(X₃)>P(X₂)>N(X₁);8 月 26 日收获为 P(X₂)>N(X₁)>密度(X₃)。两因子交互效应,在 8 月 11 日和 8 月 26 日收获为 NP>N 密度>P 密度;9 月 12 日收获为 N 密度>NP>P 密度。由图 2 可见,在 3 个不同收获期,随着 N、P 的施用量增加,粗脂肪产量均呈现“单峰”曲线变化。

峰值为粗脂肪产量的最高值,对应编码值为肥料的最佳效应值。在本试验条件下,随着收获期推后,最佳施 N 量为 225、165 和 225 kg/hm²,获得粗脂肪的最高产量分别为 170、185 和 375 kg/hm²;最佳施 P 量为 128、64 和 144 kg/hm²,获得粗脂肪的最高产量分别为 170、188 和 388 kg/hm²。散粉期和灌浆期收获,密度对粗脂肪产量的影响不显著。灌浆期和乳熟期收获,粗脂肪产量随密度增加显著下降。

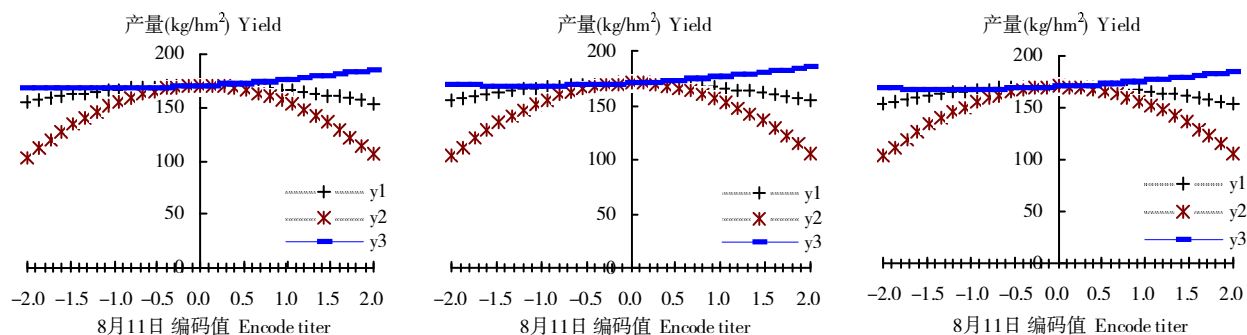


图2 N、P与密度单因素对粗脂肪含量的效应

Fig.2 Effect of nitrogen, phosphorus and density on crude fat contents

3 结论与讨论

肥料和密度是青贮玉米获得高产和优质的主要栽培措施。陈刚(1989)研究指出,种植密度对玉米青贮饲料的干物质含量和脂肪含量有显著影响。高密度下,干物质含量和脂肪含量都比较高。在特定的生产条件下,如果随着种植密度增加饲草量继续增加而消化率又不明显下降,那么较高的种植密度是必要的(Greg, 1998)。一般作为饲料种植的玉米要求田间留苗密度为 75 000 ~ 90 000 株/hm²,青贮玉米则要求留苗 105 000 ~ 120 000 株/hm²(周风山, 1997)。

本试验研究建立了种植密度、施 N 量和施 P 量与不同收获时期青贮玉米粗脂肪含量、产量的回归模型。对各因子的效应分析结果表明, N、P 与密度是影响粗脂肪含量与产量的重要因子。随着收获期推迟,密度与 N 对粗脂肪含量的作用逐渐增强, P 的作用逐渐减弱。对粗脂肪产量的作用因不同收获期而异。散粉期与乳熟期收获表现为密度(X₃)>P(X₂)>N(X₁);灌浆期收获表现为 P(X₂)>N(X₁)>密度(X₃)。总的来说,随 N、P 用量的增加,青贮玉米整株粗脂肪的含量及产量均呈单峰曲线变化,随密度的增大则略呈下降趋势。

在本试验种植密度范围内,适宜施 N 量为 165 ~ 225 kg/hm²,施 P 量为 65 ~ 140 kg/hm²,可相应获得 170 ~ 390 kg/hm² 较高粗脂肪产量。此标准可作为呼和浩特地区青贮玉米生产的参考施肥量。

参考文献:

- [1] 张吉旺,王空军,胡昌浩,等. 种植密度对玉米饲用营养价值的影响[J]. 杂粮作物, 2000, 20(5): 29-31.
- [2] Petrakieva J, Naidenov T. Effect of spacing and stage of development at harvesting on maize yield and nutritive value of the silage[J]. Zhivt. Nauki, 1965(2): 611-621.
- [3] 索全义,赵利梅,迟玉亭,等. 氮肥对春玉米子粒建成及品质形成的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(1): 26-29.
- [4] 张吉旺,王空军,胡昌浩,等. 不同施氮时期对夏玉米饲用营养价值的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(11): 1337-1342.
- [5] 王鹏文,戴俊英,赵桂坤. 玉米种植密度对产量和品质的影响[J]. 玉米科学, 1996, 4(4): 44.
- [6] 陈刚. 品种、密度、收割期对玉米青贮品质的影响[J]. 北京农业科学, 1989(1): 20-23.
- [7] 周风山,童自建,张承华,等. 青贮玉米的栽培技术要点[J]. 新疆农垦科技, 1997(5): 3.
- [8] Greg J C, Daren D R, David C B. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology and nutritive value[J]. Agron. J., 1998(9): 93-96.

(责任编辑:李万良)

本刊声明

《玉米科学》已加入“中国期刊网”、“中国学术期刊光盘版”、“万方数据数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”。如有不同意上网的作者,请在来稿时说明,否则按作者同意处理。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网进行网络出版或提供信息服务,稿件一经刊用,将一次性支付作者著作权使用报酬(即包括印刷版、光盘版和网络版各种使用方式的报酬)。