

草酰胺替代传统氮肥一次性施肥技术应用研究

孙永泉, 陆阳, 陈吉, 陆幸鸚, 丁焕新 (苏州市耕地质量保护站, 江苏苏州 215011)

摘要 [目的]研究草酰胺在水稻上的应用效果。[方法]2016年在苏州三地开展缓释肥草酰胺替代传统氮肥一次性施肥试验,分析缓释肥草酰胺一次性施肥对水稻生长性状、土壤性质、产量结构、经济效益的影响。[结果]较常规施肥处理,缓释肥草酰胺一次性施肥对水稻有着明显的增产效果,增产幅度在1.8%~11.2%,且其增产跟水稻有效穗数、每穗实粒数和千粒重有关。草酰胺缓释肥一次性施肥可减少36.8%的氮肥施用量,但达到常规施肥产量,较常规施肥处理增加经济效益486~3 195元/hm²,平均节本增效1 857.0元/hm²。[结论]该研究可为水稻的肥料施用提供参考。

关键词 缓释肥草酰胺;一次性施肥;应用

中图分类号 S147.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)01-0133-04

Application Research on Single Fertilization Technique of Oxamide Replacing Traditional Nitrogenous Fertilizer

SUN Yong-quan, LU Yang, CHEN Ji et al (Suzhou Cultivated Land Quality Protection Station, Suzhou, Jiangsu 215011)

Abstract [Objective] Application effect of oxamide was researched for rice. [Method] Single fertilization test of oxamide replacing traditional nitrogenous fertilizer was carried out in Kunshan, Taicang and Changshou in 2016. Effects of oxamide on growth traits, soil properties, yield structure and economic benefit were analyzed. [Result] compared with conventional fertilizer, single oxamide fertilization had obvious yield-increasing effect, yield-increasing rate was 1.8% - 11.2%, and yield-increasing was related to effective spike number, grain per spike, 1000-grain weight. Single oxamide fertilization can decrease by 36.8% nitrogenous dosage, but gain the same yield of conventional fertilizer; Single oxamide fertilization can increase by 486 - 3 195 yuan/hm² economic benefit, increase income 1 857.0 yuan/hm². [Conclusion] The research can provide reference for fertilizer application of rice.

Key words Oxamide; Single fertilization; Application

施肥是提高土壤肥力、保证作物高产的重要农艺措施^[1]。但目前苏州地区水稻常规施肥存在施肥过量^[2]、施肥环节繁多(包括基肥、返青肥、分蘖肥、穗肥等)等问题,导致费工费时,劳动效率低下,且存在植株易倒伏、养分流失污染等问题^[3]。近年来,缓释肥料的出现为解决上述问题提供了良好前景,而且许多研究^[4]表明,应用缓释肥料不仅降低了肥料用量,也具有较显著的增产效果。

缓释肥料草酰胺是一种含氮为31.8%的微溶于水的化合物^[5],其在水稻生长期应用,可满足整个生长期水稻对养分的需求,即一次施用,无需进行追肥,在保证稳产的前提下,可大大减少人工费用^[6]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2016年在江苏省苏州市太仓、常熟和昆山三地进行,供试田块分别位于太仓市城厢镇、浮桥

镇以及沙溪镇,常熟市尚湖镇和昆山市花桥镇。

1.2 试验材料 供试水稻品种太仓为南粳46,常熟为常优2号和南粳46,昆山为武运粳30。供试肥料为缓释肥草酰胺(含氮量为31.8%)、尿素、过磷酸钙、氯化钾。

1.3 试验设计 太仓市城厢镇示范点共设3个处理,减氮33%缓释肥施肥(12N)、缓释肥施肥(18N)、常规施肥(18N)及不施氮肥(CK);在太仓浮桥镇及沙溪镇分别设置缓释肥施肥(18N)和常规施肥(18N)2个处理;常熟市尚湖镇设置4个处理,常优2号常规施肥(19N)、常优2号缓释肥施肥(12N)、南粳46常规施肥(19N)和南粳46缓释肥施肥(12N);昆山市花桥镇设置3个处理,不施氮肥(CK)、常规施肥(20N)和缓释肥施肥(12N)。所有处理的磷钾肥施用量一致,均为P₂O₅ 65 kg/hm²、K₂O 105 kg/hm²,常规施肥处理均以尿素作为化学氮肥,缓释肥施肥处理均以草酰胺作为氮肥(表1)。

表1 水稻一次性施肥处理

Table 1 Single fertilization treatment for rice

试验地 Test base	处理 Treatment	N kg/hm ²	P ₂ O ₅ kg/hm ²	K ₂ O kg/hm ²	水稻品种 Rice variety	面积 Area//hm ²
昆山 Kunshan	不施氮肥(CK)	0	65	105	武运粳30	0.72
	常规施肥(20N)	300	65	105	武运粳30	1.33
	减氮缓释肥施肥(12N)	180	65	105	武运粳30	1.24
太仓 Taicang	常规施肥(18N)	270	65	105	南粳46	1.33
	缓释肥施肥(18N)	270	65	105	南粳46	1.43
	减氮缓释肥施肥(12N)	180	65	105	南粳46	0.83
常熟 Changshu	不施氮肥(CK)	0	65	105	南粳46	0.28
	常规施肥(19N)	285	65	105	南粳46	1.09
		285	65	105	常优2号	1.20
	缓释肥施肥(12N)	180	65	105	南粳46	1.00
		180	65	105	常优2号	1.14

作者简介 孙永泉(1966—),男,江苏苏州人,高级农艺师,从事土壤肥料研究。

收稿日期 2017-04-25

1.4 测产和检测 于2016年5月底和6月初在各试验地采集土壤基础样品,检测结果见表2。于2016年11月初,在各

试验地进行水稻实产测定,并在水稻收获后采集土壤样品。钾6项土壤理化性质进行检测。对土壤样品进行土壤pH、全氮、全磷、有机质、速效磷和速效

表2 试验前基础土壤理化性状

Table 2 Physical and chemical properties of soil before testing

试验地 Test base	处理 Treatment	土壤理化性状 Physical and chemical properties of soil					
		pH	全氮 Total N g/kg	全磷 Total P g/kg	有机质 Organic matter // %	速效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg
太仓 Taicang	不施氮肥(CK)	7.27	1.25	0.83	1.60	9.15	112.75
	常规施肥(18N)	7.40	1.69	0.66	2.22	5.76	128.82
	减氮缓释肥施肥(12N)	7.18	1.69	0.94	2.14	9.72	99.96
	缓释肥施肥(18N)	7.05	1.74	0.95	2.36	10.00	128.83
常熟 Changshu	常优2号常规施肥(19N)	5.61	1.93	0.34	3.18	4.07	176.29
	常优2号缓释肥施肥(12N)	5.68	1.51	0.38	2.60	4.24	181.09
	南粳46常规施肥(19N)	6.15	1.91	0.29	2.95	3.96	180.93
	南粳46缓释肥施肥(12N)	5.92	2.10	0.28	3.11	3.05	191.07
昆山 Kunshan	不施氮肥(CK)	7.08	2.01	0.60	3.41	1.91	105.68
	常规施肥(20N)	7.10	2.46	0.54	3.11	1.57	131.14
	缓释肥施肥(12N)	7.37	1.26	0.46	2.20	2.27	106.78

1.5 数据分析 采用 Excel 2007 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 缓释肥草酰胺对水稻生长性状的影响 太仓、常熟和昆山三地试验各处理的水稻生长性状变化趋势相似。现以昆山为例进行说明。从图1可知,不施氮肥和常规施肥高峰苗均出现在7月25日左右,但缓释肥施肥处理高峰苗出现在8月5日左右,缓释肥施肥处理高峰苗数比不施氮肥多197.4万个/hm²,比常规施肥多13.65万个/hm²;在生育进程方面,缓释肥施肥与常规施肥相仿,不施氮肥明显滞后。叶龄和株高在3个处理均表现出不施氮肥较小,但总体差异不大(图2、3)。

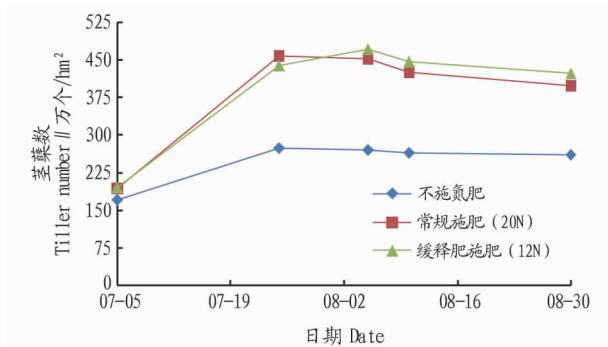


图1 不同施肥处理对水稻茎蘖数的影响

Fig. 1 Effect of different fertilizer treatment on tiller number

2.2 缓释肥草酰胺对土壤性状的影响 从表2和3结果来看,在不同施肥处理前后土壤理化性状变化无明显的一致性规律。总体来看,土壤全氮和速效钾在不同施肥处理表现出较为一致的下降趋势,土壤有机质则在不同施肥处理表现出一定的上升趋势。田间试验不同施肥处理的规律性需要多年连续性试验才能体现出来,因此,不同施肥处理土壤理化性状变化趋势有待进一步试验才能得出比较一致的结论。

2.3 缓释肥草酰胺对水稻产量结构的影响 由表4可知,从穗粒结构来看,缓释肥一次性施肥处理的有效穗数、每穗实粒数和千粒重均高于常规施肥(常熟2个品种的千粒重差异在施

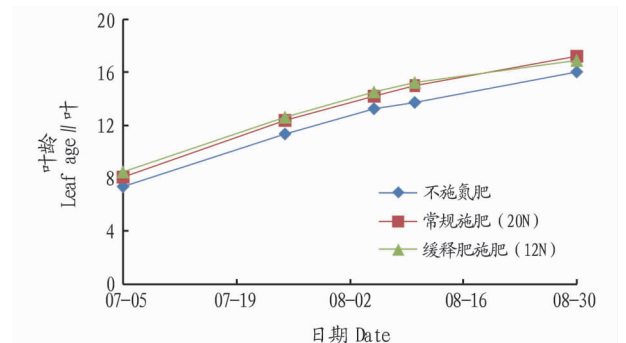


图2 不同施肥处理对水稻叶龄的影响

Fig. 2 Effect of different fertilizer treatment on leaf age

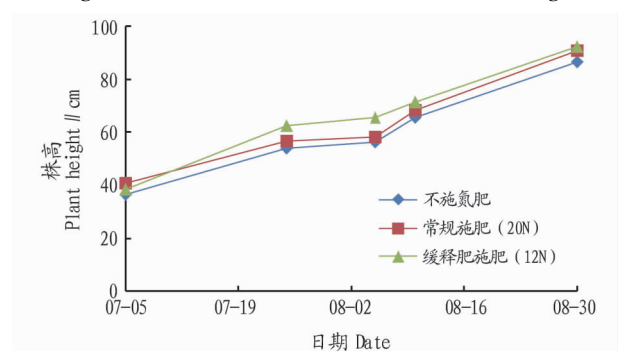


图3 不同施肥处理对水稻株高的影响

Fig. 3 Effect of different fertilizer treatment on plant height

肥处理间变化不大),由此说明,缓释肥一次性施肥对水稻产量性状影响优于其他施肥处理,这是因为缓释肥料可增加水稻生育后期的氮素供应水平,提高植株对氮素的吸收量,从而延缓衰老,增加粒重,提高了肥料氮素的吸收利用率。

从产量来看,各处理的水稻产量差异较大,整体来看施用氮肥的处理产量均明显高于不施氮肥处理;缓释肥一次性施肥处理均高于常规施肥处理,增产幅度为1.8%~11.2%。由此可见,缓释肥施肥在减施化学氮肥的基础上,还能达到水稻稳产或小幅增产的目的。

表 3 试验后基础土壤理化性状

Table 3 Physical and chemical properties of soil after testing

试验地 Test base	处理 Treatment	土壤理化性状 Physical and chemical properties of soil					
		pH	全氮 Total N g/kg	全磷 Total P g/kg	有机质 Organic matter// %	速效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg
太仓 Taicang	不施氮肥(CK)	7.24	0.83	0.74	2.19	8.58	87.89
	常规施肥(18N)	7.42	0.69	0.73	1.98	8.72	101.65
	减氮缓释肥施肥(12N)	7.25	1.22	1.10	2.56	19.29	87.31
	缓释肥施肥(18N)	7.21	1.21	0.84	2.53	14.70	96.90
常熟 Changshu	常优 2 号常规施肥(19N)	6.78	1.36	0.39	3.15	2.83	135.70
	常优 2 号缓释肥施肥(12N)	6.72	1.33	0.62	3.42	3.53	139.71
	南粳 46 常规施肥(19N)	6.96	1.39	0.62	3.52	5.92	125.66
	南粳 46 缓释肥施肥(12N)	6.45	1.77	0.53	3.75	3.74	115.96
昆山 Kunshan	不施氮肥(CK)	6.98	1.30	0.69	3.30	1.92	91.12
	常规施肥(20N)	7.00	1.61	0.71	3.43	4.44	102.38
	缓释肥施肥(12N)	7.18	1.30	0.62	3.27	1.98	83.63

表 4 水稻产量及其构成

Table 4 Yield and yield structure of rice

试验地 Test base	处理 Treatment	有效穗 Effective spike 万穗/hm ²	总粒数 Grain//粒	结实率 Seed setting rate// %	千粒重 1000-grain weight// g	理论产量 Theoretical yield//kg/hm ²	实际产量 Actual yield kg/hm ²
太仓 Taicang	不施氮肥(CK)	226.65	93.20	97.0	26.0	6 010.5	6 382.5
	常规施肥(18N)	290.40	123.39	96.0	27.1	8 874.0	9 157.5
	减氮缓释肥施肥(12N)	294.00	130.90	92.0	26.9	9 153.0	9 319.5
	缓释肥施肥(18N)	306.90	122.92	94.1	27.7	9 280.5	9 427.5
常熟 Changshu	常优 2 号常规施肥(19N)	306.15	158.12	85.4	26.7	11 289.0	9 175.5
	常优 2 号缓释肥施肥(12N)	328.20	146.25	86.7	26.8	11 277.0	9 913.5
	南粳 46 常规施肥(19N)	338.40	115.18	87.5	26.3	8 635.5	8 332.5
	南粳 46 缓释肥施肥(12N)	357.60	110.34	87.3	26.2	8 796.0	8 767.5
昆山 Kunshan	不施氮肥(CK)	231.30	140.60	91.7	27.0	6 934.5	7 525.5
	常规施肥(20N)	296.40	137.30	84.2	27.0	9 472.5	8 788.5
	缓释肥施肥(12N)	305.25	153.30	81.9	27.0	10 083.0	9 778.5

2.4 缓释肥草酰胺一次性施肥在水稻季的效应分析

2.4.1 减肥增产效益。与常规施肥处理相比,草酰胺一次性施肥(12N)在平均减少氮肥施用量 36.8% 的情况下,实际产量增加 162~990 kg/hm²(平均增产 6.6%),具有明显的减肥增产效果。

2.4.2 经济效益。与常规施肥处理分次施肥相比,草酰胺一次性施肥可以省去至少 3 次追肥的人工成本,加上 3 次追

肥肥料运输、人工施肥往返等中间环节,可节省人工成本为 843.0 元/hm²。经测算,缓释肥施肥(12N)较常规施肥处理增加经济效益 486.0~3 195.0 元/hm²,平均节本增效 1 857.0 元/hm²(表 5)。

2.4.3 生态效益。缓释肥草酰胺不仅施用量较低,且难溶于水,可减少氨挥发损失 50%,减少氮、磷淋溶损失 35%,从而大大减少农业面源污染,保护生态环境。

表 5 2016 年度水稻一次性施肥示范与常规施肥经济效益比较

Table 5 Economic profits comparison of single fertilization treatment and conventional fertilizer of rice in 2016

试验地 Test base	处理 Treatment	氮肥用量 N dosage kg/hm ²	实测产量 Measured Kunshanyield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	成本 Cost//元/hm ²			收入 Income 元/hm ²	比常规施 肥节本增效 Increasing income compared with conventional fertilizer//元/hm ²
					肥料 Fertilizer	人工 Labor	小计 Total		
太仓 Taicang	不施氮肥(CK)	0.00	6 382.50	19 786.50	0.00	0.00	0.00	19 786.50	-6 468.0
	常规施肥(18N)	270.00	9 157.50	28 389.00	1 291.50	843.00	2 134.50	26 254.50	—
	减氮缓释肥施肥(12N)	180.00	9 319.50	28 890.00	2 151.00	0.00	2 151.00	26 739.00	486.0
常熟 Changshu	缓释肥施肥(18N)	270.00	9 427.50	29 226.00	3 226.50	0.00	3 226.50	25 999.50	-255.0
	常优 2 号常规施肥(19N)	285.00	9 175.50	28 444.50	1 363.50	843.00	2 206.50	26 238.00	—
	常优 2 号缓释肥施肥(12N)	180.00	9 913.50	30 732.00	2 151.00	0.00	2 151.00	28 581.00	2 343.0
	南粳 46 常规施肥(19N)	285.00	8 332.50	25 831.50	1 363.50	843.00	2 206.50	23 625.00	—
昆山 Kunshan	南粳 46 缓释肥施肥(12N)	180.00	8 767.50	27 180.00	2 151.00	0.00	2 151.00	25 029.00	1 404.0
	不施氮肥(CK)	0.00	7 525.50	23 329.50	0.00	0.00	0.00	23 329.50	-1 638.0
昆山 Kunshan	常规施肥(20N)	300.00	8 788.50	27 244.50	1 434.00	843.00	2 277.00	24 967.50	—
	缓释肥施肥(12N)	180.00	9 778.50	30 313.50	2 151.00	0.00	2 151.00	28 162.50	3 195.0

注:稻谷按市场价 3.1 元/kg,尿素按 2 200 元/t 计,缓释肥按 3 800 元/t 计

Note: Price of paddy, urea and slow release fertilizer was 3.1 yuan/kg, 2 200 yuan/t, 3 800 yuan/t, respectively

3 结论

(1) 在水稻生育进程上,缓释肥施肥与常规施肥相仿,不施氮肥水稻生长发育明显滞后。

(2) 总体上看,土壤全氮和速效钾在不同施肥处理之后表现出较为一致的下降趋势,土壤有机质则在不同施肥处理之后表现出一定的上升趋势,其他土壤理化性质在不同施肥处理间变化趋势不明显。

(3) 较常规施肥处理,缓释肥施肥对水稻有明显的增产效果,增产幅度在 1.8% ~ 11.2%。从穗粒结构来看,缓释肥施肥处理增产与水稻有效穗数、每穗实粒数和千粒重均高于常规施肥有关。

(4) 缓释肥施肥(12N)较常规施肥处理减少氮肥施用量

36.8% (平均)的情况下,产量增加 162 ~ 990 kg/hm² (平均增产 6.6%),具有明显的减肥增产效益。缓释肥施肥(12N)较常规施肥处理增加经济效益 486 ~ 3 195 元/hm²,平均节本增效 1 857.0 元/hm²,具有明显的经济效益。

参考文献

- [1] 罗弼樱. 浅谈林地科学合理施肥[J]. 中国科技博览, 2012(33):33.
- [2] 马立珩,张莹,隋标,等. 江苏省水稻过量施肥的影响因素分析[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2011,32(2):48-52.
- [3] 游奕来,周柏权,李伯欣,等. 水稻控释肥一次性施肥技术示范应用效果[J]. 广东农业科学,2008(6):13-15.
- [4] 黄香贵,廖品莹. 水稻一次性施肥试验研究[J]. 广西农学报, 2011, 26(5):12-14.
- [5] 杨树森. 长效氮肥——草酰胺[J]. 江苏化工, 1989(1):53.
- [6] 胡玉容,王科,李扬,等. 新型缓释氮肥草酰胺[J]. 化工技术与开发, 2012, 41(10):31-33.

(上接第 95 页)

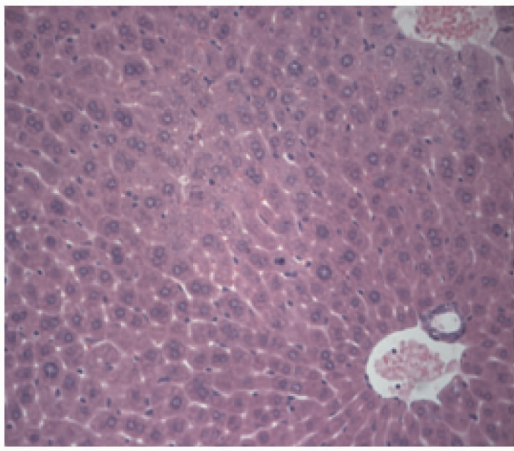


图 4 雄肝局部胞浆淡染、细胞轮廓不清、空泡样变(10 × 40)

Fig. 4 Male local pale cytoplasm and indistinct cytoplasmic borders and vacuolation of liver(10 × 40)

依据 2014 年修订的《急性经口毒性试验》中对受试物急性毒性的剂量分级标准为:经口一次性或 24 h 内多次给予受试物剂量大于 5 000 mg/kg 体重时,受试物实际无毒^[12]。结合该试验中小鼠的 LD₅₀ > 10.0 g/kg 体重的结果,我们认定,转基因欧洲黑杨鲜叶对小鼠的急性毒性并未因 *Bt* 基因的转入而发生明显的改变,其应属于“实际无毒”物质,故认为无论是转基因欧洲黑杨鲜叶,还是非转基因欧洲黑杨鲜叶均对小鼠无急性毒性。但是,组织病理学切片检查中发现,转基因灌胃组中有一雌性小鼠肺部出现间质性炎症及一雄性小鼠的肝部出现局部胞浆淡染、细胞轮廓不清及空泡样变的现

象,推测这可能与外源 *Bt* 基因的转入有关,具体原因尚需进一步的深入研究。

该试验研究结果为进一步开展转基因欧洲黑杨的毒性评价和生态安全性研究提供了有关的毒理学资料。

参考文献

- [1] PARSON T J, SINKAR V P, STETTLER R F, et al. Transformation of poplar by *Agrobacterium tumefaciens* [J]. Nature biotechnology, 1986, 4(6): 533-536.
- [2] 刘海涛,张川红,马森,等. 中国树木转基因研究进展及其生物安全管理现状[J]. 中国农学通报, 2009, 25(5): 80-89.
- [3] MARINA N, CRISTINA V, FABIO B, et al. Genetically modified trees - state and perspectives [J]. Genetika, 2012, 44(2): 429-440.
- [4] 刘海涛,张川红,郑勇奇,等. 抗虫转基因欧洲黑杨叶片水浸提液的生物效应[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(12): 27-30.
- [5] 杨利艳,孙毅,谢莉琴. 转基因杨树的研究及其生物安全评价[J]. 分子植物育种, 2008, 6(1): 123-127.
- [6] HELY H, ALAN R, ALUIZIO B, et al. Genetically engineered trees for plantation forests: Key considerations for environmental risk assessment [J]. Plant biotechnology journal, 2013, 11(7): 785-798.
- [7] 周兴华. 两种转基因大米食用安全性的毒理学研究 [D]. 镇江: 江苏大学, 2012.
- [8] LIU B, SHU C, XUE K, et al. The oral toxicity of the transgenic *Bt* + CpTI cotton pollen to honeybees (*Apis mellifera*) [J]. Ecotoxicology & environmental safety, 2009, 72(4): 1163-1169.
- [9] 严红实. 四种转基因大豆的毒理学评价 [D]. 延吉: 延边大学, 2015.
- [10] 孙海霞,周道玮. 杨树落叶对绵羊的饲喂价值[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(3): 64-66.
- [11] 刘应竹,王桂华,李海军,等. 杨树叶颗粒饲料替代羊草饲喂公梅花鹿效果的研究[J]. 国土与自然资源研究, 2009, 31(4): 89-90.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 急性经口毒性试验: GB 15193.1-2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全性毒理学评价程序: GB 15193.1-2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [14] 杨利艳. 双价抗虫基因杨的获得、抗虫鉴定及安全性评价 [D]. 太原: 山西大学, 2009.

名词解释

扩展被引半衰期:指该期刊在统计当年被引用的全部次数中,较新一半是在多长一段时间内发表的。被引半衰期是测度期刊老化速度的一种指标,通常不是针对个别文献或某一组文献,而是对某一学科或专业领域的文献的总和而言的。

扩展 H 指数:指该期刊在统计当年被引的论文中,至少有 h 篇论文的被引频次不低于 h 次。

来源文献量:指来源期刊在统计当年发表的全部论文数,它们是统计期刊引用数据的来源。

文献选出率:按统计源的选取原则选出的文献数与期刊的发表文献数之比。

参考文献量:指来源期刊论文所引用的全部参考文献数,是衡量该期刊科学交流程度和吸收外部信息能力的一个指标。