

酒糟有机肥及不同施用量对烤烟生长及产质量的影响

李文刚¹, 年夫照², 顾勇³, 王李芳³, 信俊峰¹, 李君⁴, 赵锦超³, 张远盖³, 王川³, 张永辉^{3*}

(1. 中国烟草总公司四川省公司, 四川成都 610000; 2. 云南农业大学, 云南昆明 650001; 3. 四川省烟草公司泸州市公司, 四川泸州 646000; 4. 中国农业科学院, 北京 100000)

摘要 [目的]在烤烟生产中开发和利用酒糟有机肥及选择合适酒糟有机肥施用量。[方法]采用田间小区试验研究酒糟有机肥对云烟 97 产量、主要化学成分、外观质量及其经济性状的影响。[结果]40%的 NPK 化肥+1 500 kg/hm² 酒糟有机肥与常规施肥处理中烤烟生长情况较为接近, 产值有所提高, 而其他处理酒糟有机肥太多或者太少对烤烟生长和品质的形成大多达不到常规施肥的指标。[结论]在该植烟区域推广 40%的 NPK 化肥+1 500 kg/hm² 酒糟有机肥配施方式, 可提高经济效益, 酒糟资源化效果较好。

关键词 酒糟; 有机肥; 烤烟; 产质量

中图分类号 S 141.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)34-0094-04

Effects of Organic Fertilizers and Different Application Rates on the Growth, Yield and Quality of Flue-cured Tobacco

LI Wen-gang¹, NIAN Fu-zhao², GU Yong³ et al (1. China National Tobacco Corp Sichuan Province Company, Chengdu, Sichuan 610000; 2. Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650001; 3. Sichuan Province Tobacco Companies Luzhou City Company, Luzhou, Sichuan 646000)

Abstract [Objective] To develop and utilize the organic fertilizer of distiller's grains and the application of organic fertilizers in the production of flue-cured tobacco. [Method] The effects of organic fertilizer on the yield, main chemical composition, appearance quality and economic traits of Yunyan 97 were studied by field plot experiment. [Result] 40% of NPK fertilizer + 1 500 kg/hm² distillers' grains organic fertilizer and conventional fertilization treatment were similar in the growth of flue-cured tobacco, and the yield could be improved, while other treatments were too much or too little for flue-cured tobacco. The formation of growth and quality was much less than the index of conventional fertilization. [Conclusion] In the tobacco-growing area, 40% of NPK fertilizer + 1 500 kg/hm² distiller's grains organic fertilizer application method can be promoted, which can improve the economic effect and the distiller's grains will be utilized.

Key words Distiller's grains; Organic fertilizers; Tobacco; Yield and quality

随着农业的发展及新型肥料的开发应用, 传统的化肥施用模式已无法满足农业可持续发展的要求, 长期过量施用化肥、农药, 不仅造成土壤板结酸化、养分失调, 还会导致农产品质量下降, 农产品安全及土壤环境受到影响。酒糟是白酒生产中产生的成分复杂的固体废弃物, 但通过一些处理技术可资源化利用^[1]。近年来, 以酒糟为原料生产有机肥用于各种农作物生产已成为热点, 酒糟有机肥可增加土壤有机质含量, 改善土壤结构和通气性能, 提高营养物质、矿质元素有效性^[2], 种植中施用酒糟型生物有机肥, 豆角^[3]、高粱^[4]、烟草^[5]等作物产量均增加。目前, 关于酒糟有机肥及不同施用量结合无机肥施用模式对烤烟生长、产质量的影响鲜见报道。笔者研究不同酒糟有机肥施用量对烤烟各个生育期内生长、采收后烟叶化学成分、烟叶外观质量及经济性状的影响, 以期对烤烟生产酒糟有机肥合理施用、实现酒糟资源的可持续利用及烤烟产质量的改善提供理论基础。

1 材料与方

1.1 试验地概况 试验于 2016 年 3—9 月和 2017 年 3—9 月在泸州市古蔺县观文镇复兴村进行。试验地土壤类型为黄壤, 基本理化性状: 有机质 26.8 g/kg; pH 6.8, 碱解氮 118.3 mg/kg, 速效磷 74.0 mg/kg, 阳离子交换量 8.5 cmol/kg。

1.2 试验材料

1.2.1 烤烟品种与肥料。 供试烤烟品种为云烟 97。供试烟

草专用肥(12-8-22)均为烟草公司指定肥料, 由四川金叶肥料有限责任公司提供。

1.2.2 泸州地区酱香型新鲜酒糟的养分特征。 试验用酒糟来自郎酒集团酱香型酒糟, 酒糟的主要成分为稻壳和高粱。对酒糟进行酸碱度、干物质、粗脂肪、粗蛋白及氨基酸含量的测定, 测定结果: pH 4.4±0.1, 干物质(90.3±0.2)%, 粗脂肪(7.0±0.1)%, 粗蛋白(26.6±0.2)%, 氨基酸总量(28.5±0.2)%。

1.3 酱香型酒糟有机肥研制 将新鲜酱香型酒糟、油枯及牛粪单独充分腐熟发酵后, 翻堆晾干。按 6.0:2.5~3.0:1.0~1.5 的比例混合, 制成有机肥, 按照有机肥行业标准(NY525—2012)进行质量检测。

1.4 试验设计 每处理保证纯氮量为 126 kg/hm² 左右的情况下, 试验共设置 4 个处理(含 CK): 20%的 NPK 化肥+2 250 kg/hm² 酒糟有机肥(D₁); 40%的 NPK 化肥+1 500 kg/hm² 酒糟有机肥(D₂); 70%的 NPK 化肥+750 kg/hm² 酒糟有机肥(D₃); 100%的 NPK 化肥(CK)。每个处理 3 次重复, 每重复植烟 60 株, 行株距 120 cm×50 cm, 每重复为 1 个小区, 随机区组排列。常规化肥用量(CK)基肥为 750 kg/hm², 追肥为 300 kg/hm², 追肥于移栽后 25 d 追施完毕。酒糟有机肥只做基肥, 与相应化肥施用量于移栽前 1 d 一次性施入塘中, 并与塘土拌匀。有机肥处理(D₁、D₂、D₃)追肥用量与常规对照组(CK)的追肥用量和追肥时间均相同。其他农事操作按常规 GAP 优质烟叶管理规范进行。

1.5 测定指标与方法

1.5.1 农艺性状。 分别在烟株团棵期、旺长期、成熟期进行株高、叶片数、最大叶片长、最大叶片宽等主要农艺性状的

基金项目 四川省烟草公司泸州市公司资助项目。

作者简介 李文刚(1976—), 男, 河南南阳人, 硕士, 从事烟草栽培及质量管理研究。*通讯作者, 农艺师, 硕士, 从事烟草栽培研究。

收稿日期 2018-07-20

测量。

1.5.2 初烤烟叶主要化学成分。取 X2F、C3F、B2F 等级烟叶各 2 kg 进行化学成分分析。包括总糖、还原糖、烟碱、淀粉、总氮、钾和氯含量。具体方法参见 YC/T 159—2002、YC/T 217—2002、YC/T 160—2002、YC/T 161—2002、YC/T 173—2003、YC/T 162—2002。烟叶化学成分的评价标准按照 4 个档次进行评定,90 分以上为“协调”,80~90 分为“较协调”,60~80 分为“基本协调”,60 分以下为“欠协调”。

1.5.3 初烤烟叶外观质量评价。各重复合并后随机选 20 片(3 个重复 6:7:7)进行外观质量评价,以颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分和色度 6 项指标依据我国现行 42 级国际为标准进行评定,色度值采用 JP61M/ZE6000 色度仪测定。依据四川省烟草公司烟叶质量评价体系,对泸州烟叶外观质量进行定量评价。

1.5.4 经济性状。烤后烟叶按泸州市地方标准分级,按处理分别计算产量,并按当地统一收购价格计算各处理产量、产值、均价、上等烟比例、上中等烟比例。

1.6 数据分析 试验数据均为 2016 和 2017 年 2 年数据的平均值,采用 SPASS 和 MS Excel 2007 统计软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 酒糟有机肥的指标特征 由表 1 可知,泸州酒糟有机肥酸碱度为 8.0,属偏碱性肥料,总养分(氮+P₂O₅+K₂O)含量为 7.16%,达到相关有机肥基础养分要求(>5%),5 种重金属中总铅和总铬未检出,而砷、汞和镉均未超过限量要求。肥料中未检出蛔虫卵,粪大肠杆菌群数<3.0%。因此,根据有机肥行业标准 NY 525—2012 和 NY/T 117—2010,泸州酒糟肥养分及重金属等有害成分含量均符合相关技术标准。

表 1 泸州酒糟有机肥质量检测评价结果

Table 1 Quality evaluation results of Luzhou vinasse organic fertilizer

类别 Category	检测项目 Test items	单位 Unit	指标 Indicators	检测结果 Test results	单项评价 Individual evaluation
技术指标 Technical indicators	总氮(N)(以烘干基计)	%		4.67	
	磷(P ₂ O ₅ 以烘干基计)	%		1.41	
	钾(K ₂ O以烘干基计)	%		1.08	
	总养分	%	≥5.0	7.16	合格
	水分(H ₂ O)	%	≤30	28.47	合格
	有机质(以烘干基计)	%	≥45	97.50	合格
	酸碱度(pH)		5.5~8.5	8.00	合格
限量指标 Limited indicators	总镉(以干基计)	mg/kg	≤3	0.70	合格
	总汞(以烘干基计)	mg/kg	≤2	0.08	合格
	总铅(以烘干基计)	mg/kg	≤50	—	合格
	总铬(以烘干基计)	mg/kg	≤150	—	合格
	总砷(以烘干基计)	mg/kg	≤15	2.30	合格
	蛔虫卵死亡率	%	95~100	—	合格
	粪大肠杆菌群数	%	≤100	<3.00	合格

注:数据由郑州烟草研究院提供

Note: The data provided by Zhengzhou Tobacco Research Institute

2.2 酒糟有机肥不同用量对烤烟生长的影响 由表 2 可知,不同酒糟有机肥处理对烤烟生长有一定差异。在团棵期,株高和有效叶片数各处理差异不显著,D₂ 处理的株高稍高于对照,而就最大叶面积而言,D₁ 和 D₃ 处理稍低于对照,D₂ 处理高于对照,达 325.80 cm²。至旺长期,各处理的株高和有效叶片数均稍高于对照,但无显著差异,最大叶面积表现为 D₂ >D₁>D₃>CK。在成熟期,各处理的株高、有效叶片数和最大叶面积均稍高于对照,说明一定量的酒糟有机肥配施化肥能够提供烤烟对养分的需求,有利于烤烟正常生长。

2.3 酒糟有机肥不同用量对烤后烟叶化学成分的影响 从表 3 可以看出,各处理中部烤后烟叶主要化学成分指标除钾外均无显著差异,含有酒糟有机肥 2 250 kg/hm² 配施 20% 化肥的处理钾含量显著低于其他处理,其糖和淀粉含量均高于其他 2 个处理;3 个处理的氯含量较低,均低于对照,其他化学成分含量各处理间以及各处理与对照间均无显著差异。

从表 4 可以看出,各处理化学协调性较好,具体表现为 D₂>D₁>D₃,其中 D₁ 处理还原糖偏高,D₃ 处理烟碱得分较低。

表 2 酒糟有机肥不同用量对烤烟主要农艺性状的影响

Table 2 Effects of different dosages of vinasse organic fertilizer on main agronomic traits of flue-cured tobacco

时期 Stage	处理 Treatment	株高 Plant height cm	有效叶片数 Effective number of blades//片	最大叶面积 Maximum leaf area cm ²
团棵期 Resettling stage	D ₁	19.15 a	11.50 a	316.61 a
	D ₂	20.60 a	12.10 a	325.80 b
	D ₃	19.07 a	11.71 a	310.53 a
	CK	19.75 a	12.21 a	320.12 a
旺长期 Vigorous growing stage	D ₁	45.07 a	17.74 a	531.33 ab
	D ₂	45.10 a	18.75 ab	550.61 b
	D ₃	44.13 ab	15.22 c	521.33 a
	CK	43.36 b	16.33 ac	523.10 ac
成熟期 Mature stage	D ₁	87.20 a	21.73 a	691.74 a
	D ₂	88.02 b	22.03 a	718.76 ab
	D ₃	86.60 a	21.04 a	698.23 ab
	CK	86.00 b	19.85 b	686.34 a

注:最大叶面积=最大叶长×最大叶宽×0.634 5;同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: The maximum leaf area = maximum leaf length×width × 0.6345; different lowercases mean significant differences between different treatments at 0.05 level (P<0.05)

综上所述,各处理烤后烟叶主要化学成分指标均无显著差异,烟碱含量均较高,D₂处理略低,化学成分协调性定量评分结果显示,3个处理化学整体协调性较好,各指标分值间无

显著差异,具体表现为 D₂>D₁>D₃。由此可知,各处理中部烟叶化学成分协调性较好,上部烟叶烟碱含量均偏高酒糟肥,D₂处理烤后烟叶化学成分协调性相对较好。

表3 酒糟有机肥不同用量对烟叶化学成分含量的影响

Table 3 Effects of different dosage of vinasse organic fertilizer on chemical composition content of flue-cured tobacco

部位 Parts	处理 Treatment	总植物碱 Total alkaloids	总氮 Total nitrogen	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	钾 Potassium	氯 Chlorine	淀粉 Starch
中部 Middle part	D ₁	2.11 a	1.82 a	25.12 a	27.02 b	2.40 b	0.07 a	3.71 a
	D ₂	2.35 a	1.94 a	22.60 a	25.10 a	3.01 a	0.09 a	3.26 a
	D ₃	2.28 a	1.82 a	23.79 a	26.76 a	3.16 a	0.08 a	3.20 a
	CK	2.24 a	1.89 a	23.32 a	26.22 ab	3.40 a	0.24 b	3.25 a
上部 Upper part	D ₁	3.98 a	2.53 a	22.39 a	23.75 a	2.35 a	0.14 a	2.34 a
	D ₂	3.47 a	2.38 a	22.15 a	23.33 a	2.11 a	0.09 a	2.43 a
	D ₃	3.91 a	2.24 a	23.93 a	25.08 a	2.17 a	0.10 a	2.45 a
	CK	3.67 a	2.54 a	23.08 a	24.92 a	2.68 a	0.25 b	2.88 b

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

表4 酒糟有机肥不同用量烟叶化学成分评定分值

Table 4 Tobacco chemical composition evaluation score of different dosage of vinasse organic fertilizer

部位 Part	处理 Treatment	总分 Total score	总植物碱 Total alkaloids	总氮 Total nitrogen	还原糖 Reducing sugar	钾 Potassium	淀粉 Starch
中部 Middle part	D ₁	86.8 a	94.8 a	82.1 a	81.7 b	97.2 a	94.2 a
	D ₂	92.1 a	100.0 a	87.0 a	91.1 a	100.0 a	98.6 a
	D ₃	84.2 a	74.6 b	74.8 b	88.3 a	100.0 a	96.3 a
	CK	93.4 a	98.3 a	85.6 a	90.3 a	100.0 a	97.8 a
上部 Upper part	D ₁	82.6 a	35.2 b	90.0 a	95.0 a	96.7 a	100.0 a
	D ₂	88.3 a	63.2 a	98.4 a	93.9 a	92.2 a	100.0 a
	D ₃	81.1 b	36.2 b	100.0 a	90.3 a	93.5 a	100.0 a
	CK	89.6 a	75.2 a	99.2 a	95.6 a	95.3 a	100.0 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

2.4 酒糟肥不同用量对烤后烟叶外观质量的影响 从表5可以看出,中部D₃处理烟叶烤后烟叶在颜色、色度、成熟度、叶片结构和身份方面优于另外2个处理,油分方面相差不大,各个指标均高于或接近于对照,说明酒糟有机肥有助于烤烟外观质量的形成,对中部烟叶品质的形成与常规施肥处理无显著差异。就上部烟叶而言,D₃处理的烤后烟叶在颜色、

成熟度、身份方面优于另外2个处理,叶片结构以D₂处理相对稍差,色度方面D₁处理相对稍差,油分方面D₁处理略好,但相差不大。从总分来看,中部叶和上部叶的总分均是D₂处理稍高,甚至高于对照,说明40%的NPK化肥+1500 kg/hm²酒糟有机肥处理对烤烟外观质量的形成具有一定的促进作用。

表5 酒糟有机肥不同用量烟叶外观质量评分

Table 5 Appearance quality of different dosage of vinasse organic fertilizer tobacco

部位 Part	处理 Treatment	颜色(15分) Color	成熟度(20分) Maturity	叶片结构(20分) Leaf structure	身份(20分) Identity	油分(10分) Oil content	色度(15分) Chroma	总分(100分) Total score
C3F	D ₁	8.6 ab	16.6 a	16.6 a	16.1 a	7.9 a	9.7 a	75.5
	D ₂	9.1 b	17.4 a	17.2 a	16.2 a	7.6 a	9.7 a	77.2
	D ₃	9.2 b	17.2 a	16.0 a	15.7 a	7.7 a	9.1 a	74.9
	CK	10.2 b	17.7 a	16.8 a	16.4 a	7.4 a	9.5 a	75.0
B2F	D ₁	9.1 a	16.2 a	16.3 a	15.6 a	5.2 a	8.4 a	70.8
	D ₂	9.6 a	16.1 a	15.7 a	16.6 a	5.0 a	10.1 a	73.1
	D ₃	8.5 ab	16.7 a	16.1 a	14.3 ab	4.8 a	8.9 a	69.3
	CK	10.3 a	16.9 a	15.4 a	15.8 a	6.6 a	10.7 a	72.7

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

2.5 酒糟有机肥不同用量对烤烟经济性状的影响 由表6可知,各处理产量均不足1800 kg/hm²,处理D₁产量略低,仅为1701 kg/hm²,稍低于对照;各处理均价基本相当,在25.0元/kg左右;上中等烟比例和产值以D₂处理最高,D₂处

理的上中等烟比例达90.5%,说明40%的NPK化肥+1500 kg/hm²酒糟有机肥处理有助于提高烤烟的产量,不同酒糟有机肥对烤烟产值表现为D₂>CK>D₃>D₁。

表 6 酒糟有机肥不同用量对烤烟经济性状的影响

Table 6 Effects of different dosage of vinasse organic fertilizer on economic characters of flue-cured tobacco

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	均价 Average price 元/kg	上中等 烟比例 Superior smoke ratio// %	产值 Output value 元/hm ²
D ₁	1 701.0 a	24.5	81.3 a	41 674.5 a
D ₂	1 755.0 b	25.8	90.5 b	45 279.0 b
D ₃	1 773.0 b	24.6	81.3 a	43 615.5 b
CK	1 735.5 a	25.9	82.28 a	44 907.0 b

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

3 结论与讨论

利用泸州当地酱香型新鲜酒糟加以油枯和牛粪等辅料通过发酵腐熟能够制成酒糟有机肥, 制备的酒糟有机肥养分和重金属等有害成分含量以及蛔虫卵死亡率、粪大肠杆菌群数均符合相关技术标准。

利用腐熟发酵后的酒糟制成的酒糟有机肥应用在烤烟上能使烤烟正常生长, 对烤烟的品质和产量有促进作用, 且适量施用酒糟有机肥的烤烟生长和产质量均接近或高于单施化肥的对照。罗陈等^[6]采用不同基质配比漂浮培育烟苗, 结果发现, 有机肥酒糟配比各为 50% 时, 酒糟增强了基质的孔隙率、持水性和通气性能, 利于种子萌发, 显著提高了烟苗的出苗率和壮苗率。酒糟替代有机肥和农家肥并添加微生物肥料符合烤烟整个生育期的氮素养分需求, 但不同的替代方式效果不同^[7]。酒糟有机肥中富含的有机质有改良土壤结构、改善土壤微生物群落、磷钾养分缓慢分解肥力持效性强、提高植物的抗病性的功能^[8-10]。前人研究不同有机肥对莴笋产质量的影响发现, 酒糟型生物有机肥的施用能实现莴笋显著的高产、优质效果, 可以在实际生产中推广应用^[3]。

该试验结果表明, 40% 的 NPK 化肥 + 1 500 kg/hm² 酒糟有机肥与常规施肥处理烤烟生长情况较为接近, 而其他处理酒糟有机肥太多 (D₁) 或者太少 (D₃) 对烤烟生长和品质的形成大多达不到 D₂ 处理和常规施肥的指标, 可能是由于较多的酒糟有机肥总氮含量较高, 较高的含氮量并不利于烤烟的生长, 而较少的有机肥在其他养分上达不到烤烟生长的要求, 还需要进一步研究。该研究结果与前人研究酒糟有机肥能有效提高烟叶油分, 对烟叶组织成分有一定提升作用, 烟叶的总糖、还原糖、总植物碱等化学指标均达到了优质烟标准^[5], 感官评价较好的研究结果有所不同, 这可能是酒糟有机肥的加工处理方式、植烟土壤性质、烤烟品种及施用量等因素的影响。因此, 40% 的 NPK 化肥 + 1 500 kg/hm² 酒糟有机肥配施方式是该地植烟区域经济效益高、适宜推广的施肥新模式。

参考文献

- [1] 李红. 酒糟综合利用技术研究进展 [J]. 中国资源综合利用, 2016, 34 (12): 36-39.
- [2] 韩青. 绿环生物肥料在几种作物上的应用 [J]. 高等函授学报 (自然科学版), 1999 (4): 48-50.
- [3] 曾晶, 荣湘民, 刘强, 等. 酒糟型生物有机肥对豆角产量和品质的影响 [J]. 湖南农业科学, 2007 (3): 106-109.
- [4] 吕军, 文庭池, 郭坤亮, 等. 酒糟生物有机肥和微生物菌剂对土壤微生物数量及高粱产量的影响 [J]. 农业现代化研究, 2013, 34 (4): 502-506.
- [5] 王李芳, 王毅, 罗定林, 等. 酒糟有机肥对烟叶质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44 (6): 157-158, 173.
- [6] 罗陈, 陈代荣, 黄峰, 等. 不同漂浮育苗基质对比对烤烟烟苗生长的影响 [J]. 湖南农业科学, 2015 (11): 26-28.
- [7] 吴智敏, 申燕, 肖谋良, 等. 不同有机无机肥配施对烟田土壤养分有效性的影响 [J]. 湖南农业科学, 2016 (7): 42-48.
- [8] 范光先, 崔同弼, 雷元春. 茅台酒糟生物活性有机肥在高粱生产的试验示范研究 [J]. 酿酒, 2007, 34 (2): 34-35.
- [9] 毛君杰, 肖谋良, 陈香碧, 等. 喀斯特有机烟区不同施肥模式对烟叶化学成分的影响及其与土壤微生物性质的关系 [J]. 西南农业学报, 2018, 31 (1): 111-117.
- [10] 杨森, 尹慧慧, 黄化刚, 等. 竹炭与酒糟有机肥配施对除草剂胁迫下烟草生长的影响 [J]. 福建农业学报, 2018, 33 (3): 240-247.

名词解释

扩展总被引频次: 指该期刊自创刊以来所登载的全部论文在统计当年被引用的总次数。这是一个非常客观实际的评价指标, 可以显示该期刊被使用和受重视的程度, 以及在科学交流中的作用和地位。

扩展影响因子: 这是一个国际上通行的期刊评价指标, 是 E·加菲尔德于 1972 年提出的。由于它是一个相对统计量, 所以可公平地评价和处理各类期刊。通常, 期刊影响因子越大, 它的学术影响力和作用也越大。具体算法为:

$$\text{扩展影响因子} = \frac{\text{该刊前 2 年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该刊前 2 年发表论文总数}}$$

扩展即年指标: 这是一个表征期刊即时反应速率的指标, 主要描述期刊当年发表的论文在当年被引用的情况。具体算法为:

$$\text{扩展即年指标} = \frac{\text{该期刊当年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该期刊当年发表论文总数}}$$

扩展他引率: 指该期刊全部被引次数中, 被其他刊引用次数所占的比例。具体算法为:

$$\text{扩展他引率} = \frac{\text{被其他刊引用的次数}}{\text{期刊被引用的总次数}}$$

扩展引用刊数: 引用被评价期刊的期刊数, 反映被评价期刊被使用的范围。

扩展学科扩散指标: 指在统计源期刊范围内, 引用该刊的期刊数量与其所在学科全部期刊数量之比。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{引用刊数}}{\text{所在学科期刊数}}$$