



转基因作物的全球影响： 1996-2018年的经济和环境影响

格雷厄姆·布鲁克斯 (Graham Brookes)
PG Economics Ltd
英国



背景

- 第14次全球转基因作物影响年度评审
- 作者在同行评审期刊上发表了30篇关于转基因作物影响的论文
- 目前的评审发表在《转基因作物》期刊上的两篇开放存取论文中。www.tandfonline.com/toc/kgmc20/current
- 报告全文可查阅www.pgeconomics.co.uk

涵盖范围

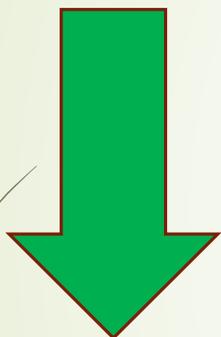
- 累积影响：1996-2018年
- 农场收入和生产力影响：重点关注农场收入、单产、产量
- 环境影响分析涵盖农药喷洒变化和 Related 环境影响
- 环境影响分析：温室气体排放量

方法

- 审查和使用相当多的影响文献外加自己的分析——其中有许多发表在同行评审期刊上
- 使用（每年的）当前价格、汇率和收益率并每年更新关键成本：提供动态元素以供分析
- 审查农药使用情况（用量）或典型的转基因与传统作物施用情况
- 使用环境影响商数（EIQ）指标
- 审查关于碳影响——燃料变化和土壤碳的同行评审文献

主要研究结果摘要

1996-2018年农药变化



农药减少7.76亿
千克（8.6%），
相关环境影响减
少19%

1996-2018年全球农场收入



增加2250亿美元

1996-2018年全球产量



食品/饲料/纤维增
加8.24亿吨

2018年碳排放量

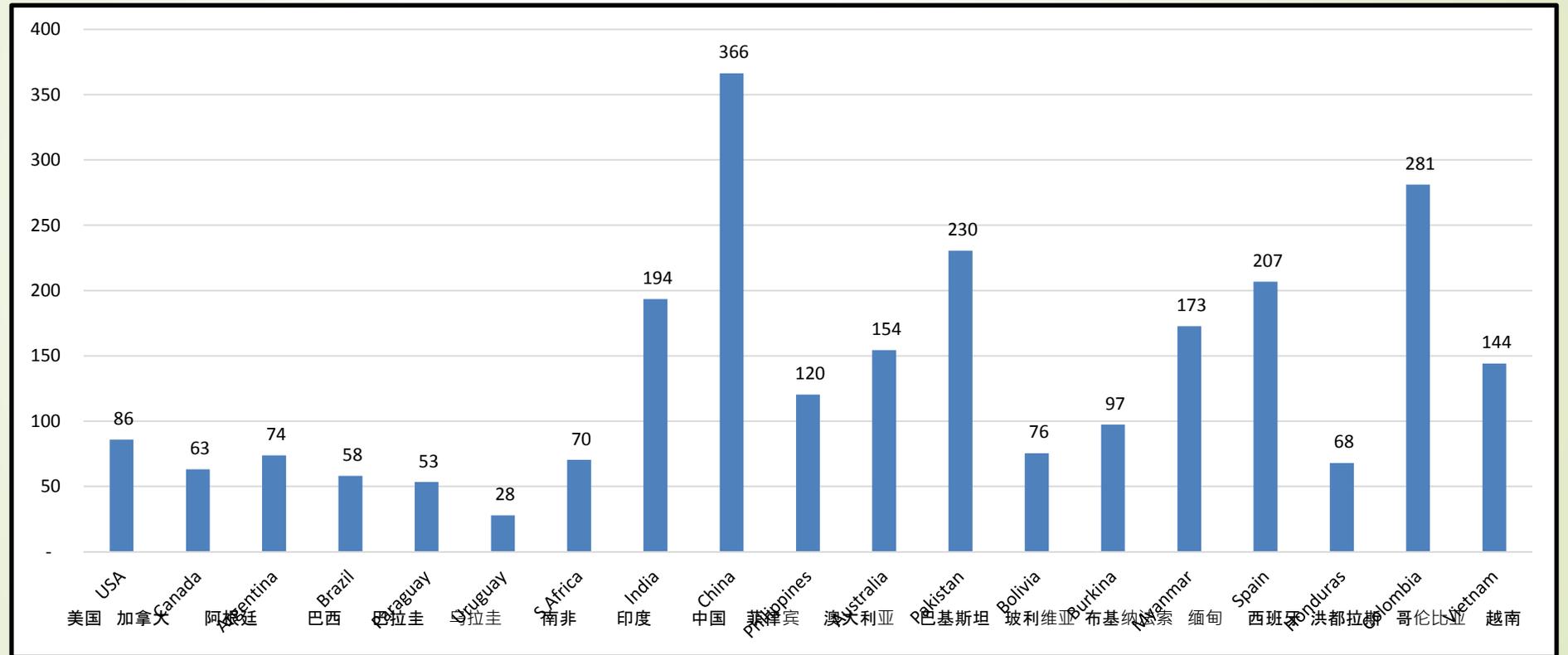


二氧化碳排放量减少
230亿千克；相当于减
少1530万辆汽车上路

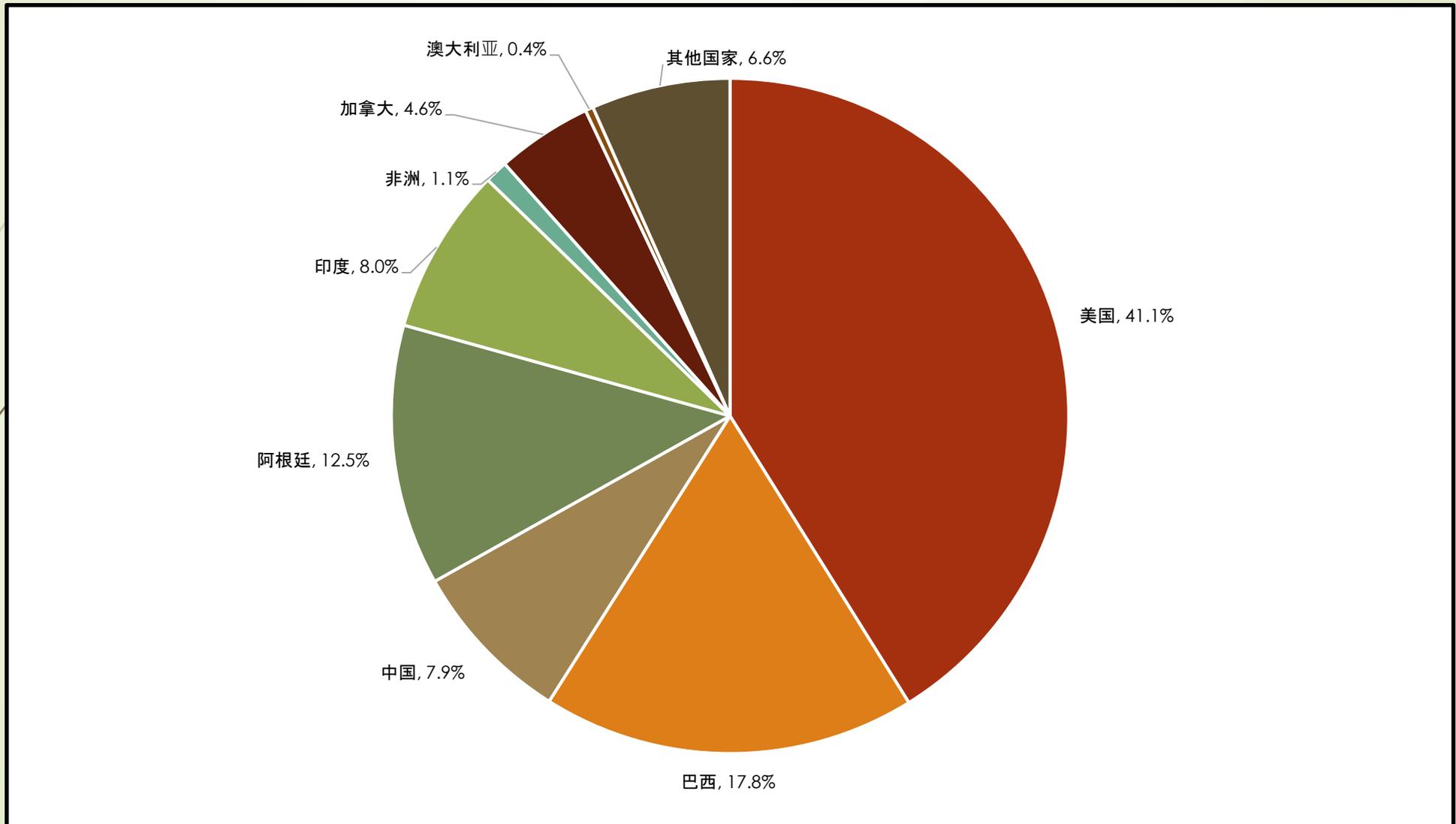
农场收入增益：内容提要

- 2018年农场收入总增益为190亿美元
- 相当于全球玉米、油菜、棉花和大豆产值增长5.8%
- 1996-2018年农场收入总增益：2250亿美元
- 平均增益/公顷（1996-2018年）：97美元
- 收入分配（1996-2018年）：发达国家占48%，发展中国家占52%

按国家列示的1996-2018年平均农场收入增益 (美元/公顷)



按国家列示的1996-2018年农场收入增益 (美元)



农场层面的其他效益

转基因耐除草剂作物	转基因抗虫作物
增加了管理的灵活性/便捷性	生产风险管理工具
促进了免耕作业	节省机械和能源成本
作物更干净 = 降低收割成本并提高品质	非转基因作物单产增长 (降低了一般虫害水平)
减少了对后续作物的损害	便利性好处
	提高了作物品质
	改善了农民/工人的健康和状况

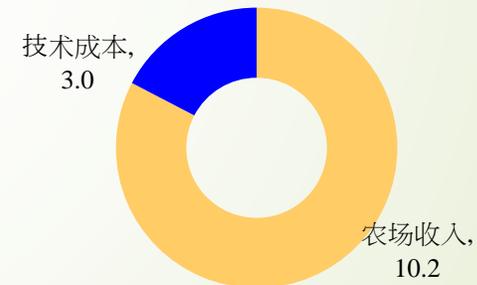
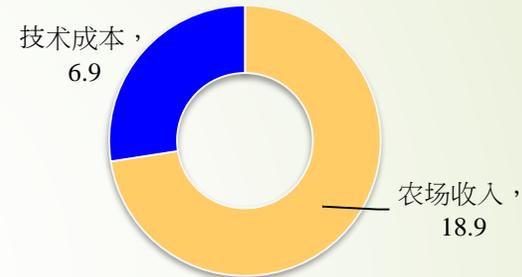
在美国，1996-2018年这些效益价值170亿美元

8 获得该技术的成本 (十亿美元)

➤ 总性状效益分配：全部 (技术成本27%) - 每1美元种子投资 = 3.75美元额外收入

➤ 效益分配：发展中国家 (技术成本23%) 每1美元种子投资 = 4.42美元额外收入

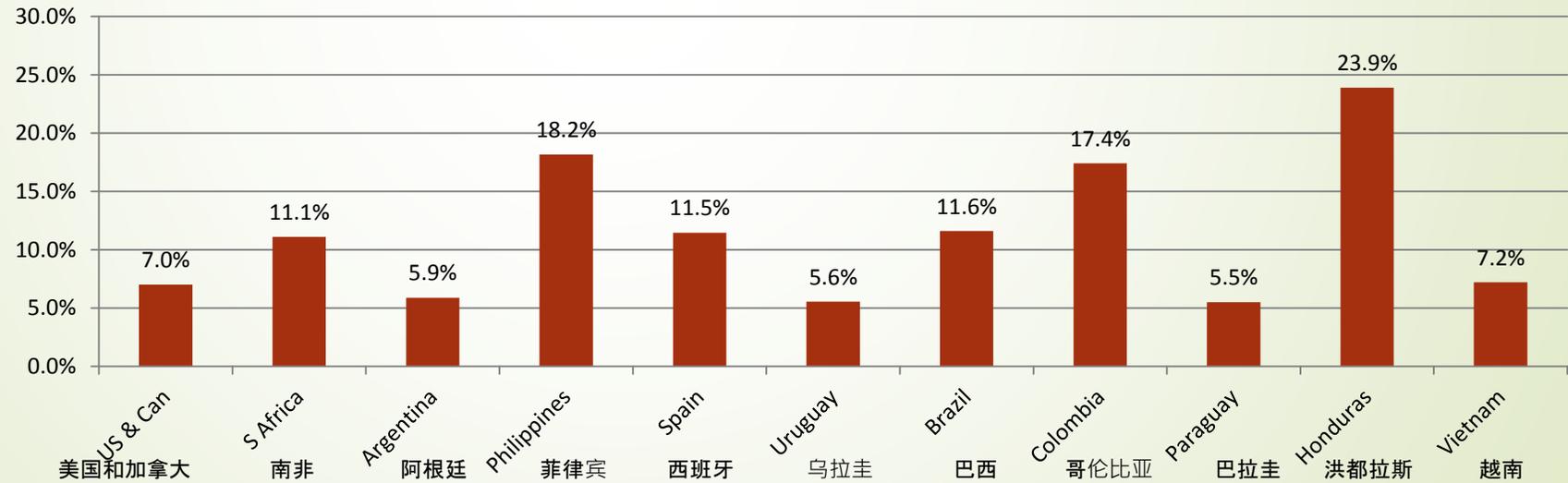
技术成本进入种子供应链 (种子销售商到农民、种子繁育商、植物育种商、分销商和技术提供商)



单产增长与成本节约

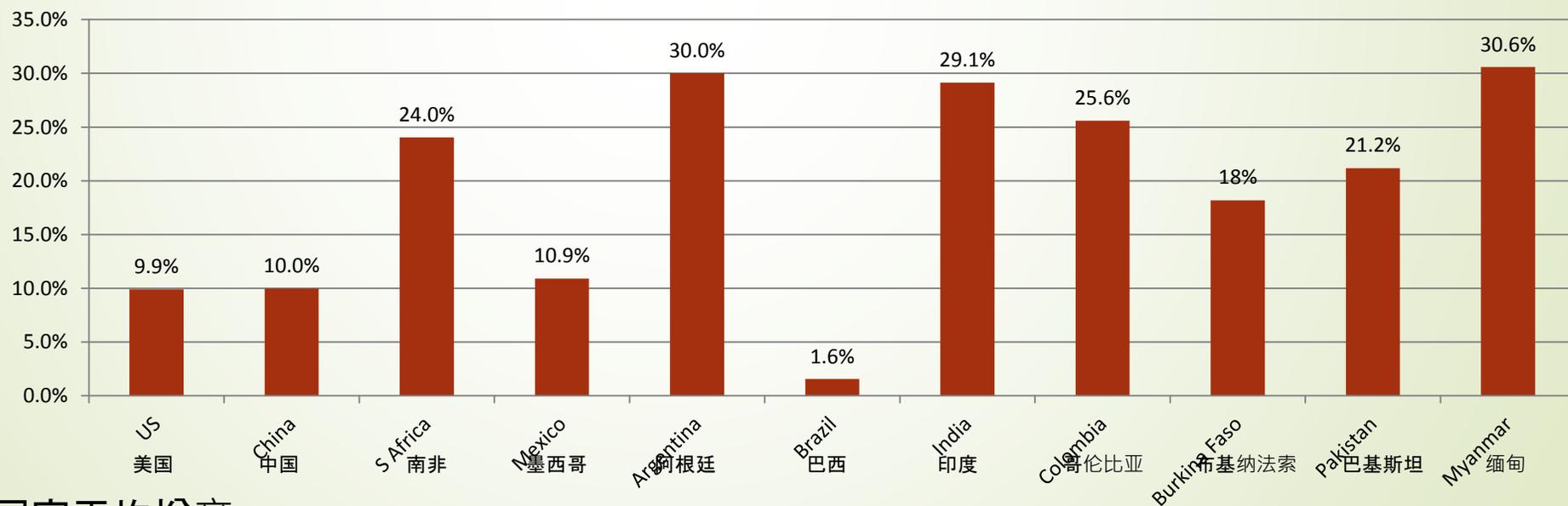
- 1996-2018年农场收入总增益的72%（1620亿美元）源于单产增长
- 其余增益（630亿美元）来自成本节约
- 单产增长主要源于转基因抗虫技术（70%），成本节约主要源于转基因耐除草剂技术（90%）
- 发展中国家的单产增长最大，成本节约主要在发达国家

抗虫玉米：1996-2018年平均增产



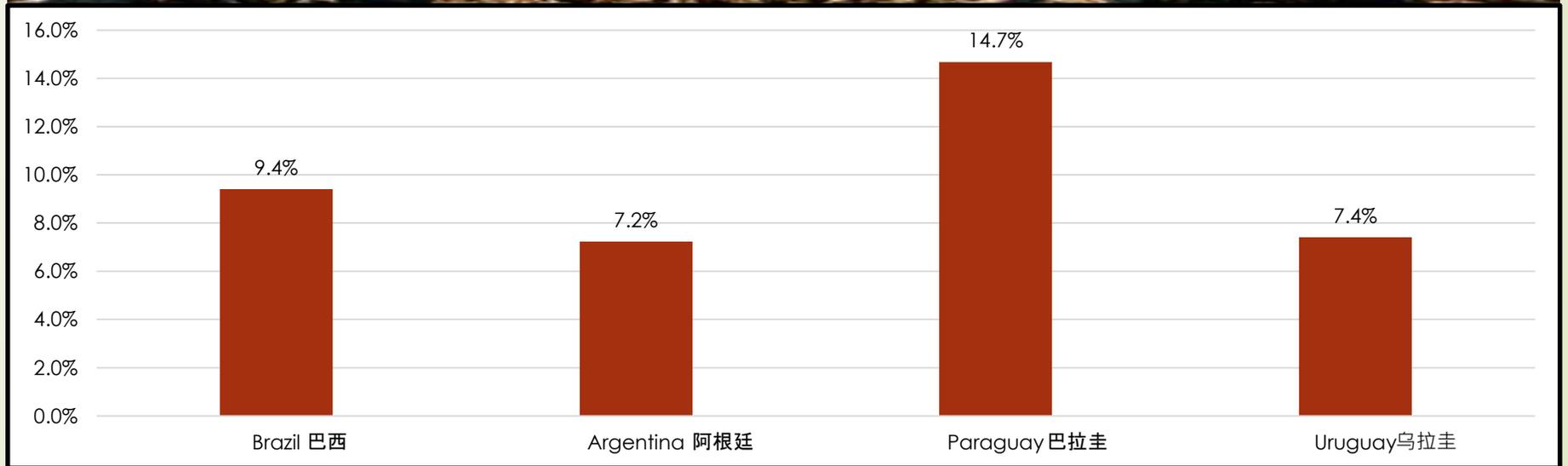
所有国家平均增产：
+16.5%

抗虫棉花：1996-2018年平均增产



所有国家平均增产：
+13.7%

抗虫大豆：2013-2018年平均增产

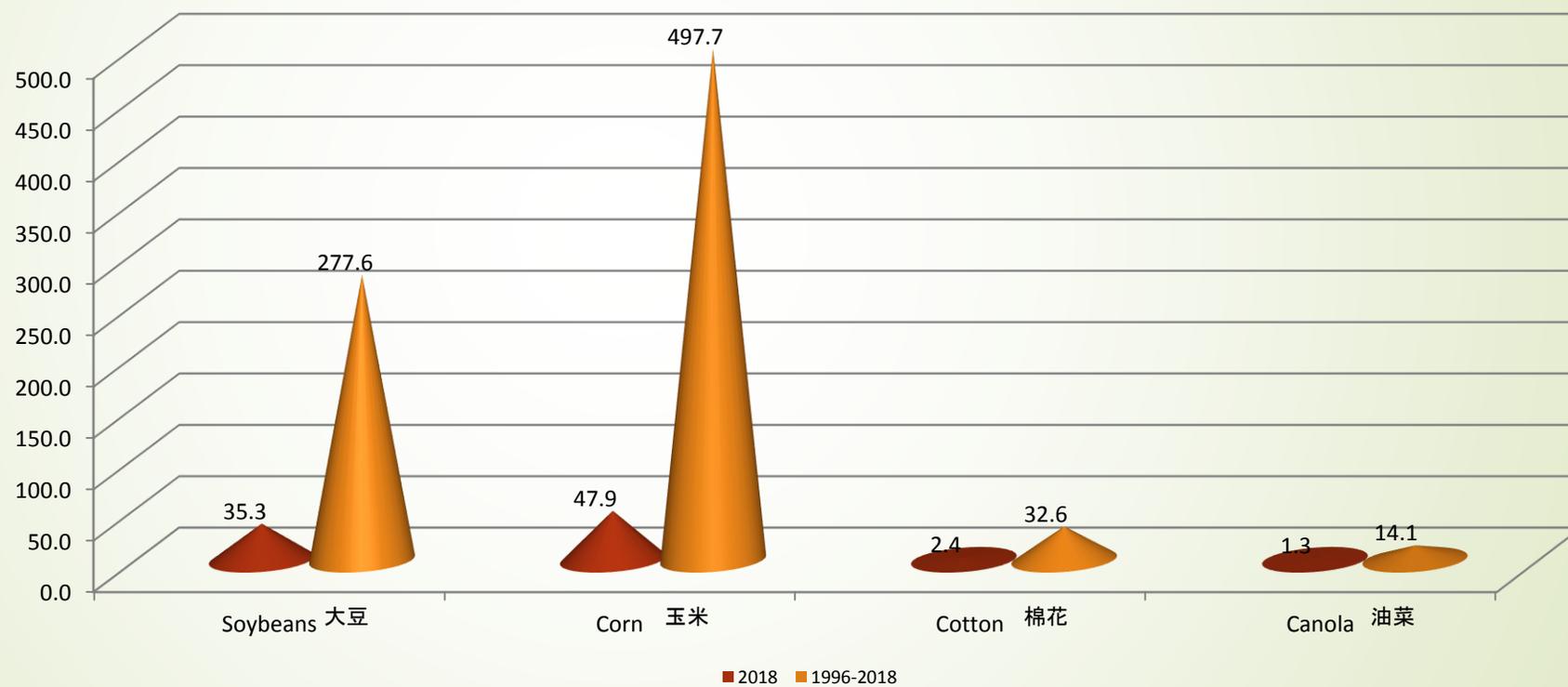


所有国家平均增产：
+9.5%

耐除草剂性状：单产和产量影响

	性状/国家	单产/产量影响
	耐除草剂大豆：罗马尼亚、墨西哥和玻利维亚	单产分别增长23%、5%和15%
	耐除草剂大豆：第二代：美国和加拿大	单产增长9.3%
	耐除草剂大豆：阿根廷和巴拉圭	促进在播种小麦后种植第二作物大豆：相当于产量水平分别增长23%和15%
	耐除草剂玉米：阿根廷、巴西、菲律宾和越南	产量分别增长10%、3.7%、5.3% 和5%
	耐除草剂棉花：墨西哥、哥伦比亚、巴西	产量分别增长13%、3.6%和1.6%
	耐除草剂油菜：美国、加拿大和澳大利亚	产量分别增长2.1%、6.5% 和9.5%

1996-2018年生物技术性状的积极单产影响所带来的作物增产（百万吨）



如果不使用生物技术，需要增加的传统作物种植面积（百万公顷）

	2018
大豆	12.3
玉米	8.1
棉花	3.1
油菜	0.7
合计	24.2 相当于巴西种植面积的38%

聚焦中国：抗虫棉花

问题	影响
引入	1997
使用该技术的作物所占百分比 (2016年)	95%
单产影响	+10%
平均农场收入增益 (美元/公顷)	+366
平均投资回报率 – 每额外花费1美元在种子上所获得的额外收入 (\$/公顷)	+7.9
农场收入总增益 十亿美元 (1997-2016年)	+23.2
1997-2016年产量影响 (百万吨)	+7.9

来源：Brookes and Barfoot 2020

对农药使用量的影响

- ▶ 自1996年以来，农药使用量减少了7.76亿千克（-8.6%，相当于中国每年用在农作物上的农药活性成分的1.6倍）。相关环境影响（EIQ指数）减少了19%
- ▶ 最大的环境增益来自于转基因抗虫棉花：杀虫剂使用量节省了3.31亿千克（-32%），杀虫剂相关环境影响（EIQ指数）减少了35%
- ▶ 转基因抗虫棉花给中国带来的环境增益：杀虫剂使用量节省了1.39亿千克（-31%），杀虫剂相关环境影响（EIQ指数）减少了32%

对温室气体排放量的影响



温室气体排放量减少：

2个主要来源：

- 燃料使用量减少（减少农药喷洒和土壤耕作）
- 转基因耐除草剂作物促进了免耕系统 = 减少整地 = 增加土壤碳储存

2018温室气体排放量减少：2018年

- ▶ 燃料使用量减少（减少喷洒和耕作） = 二氧化碳排放量减少24亿千克
- ▶ 促进免耕/少耕系统 = 206亿千克二氧化碳未释放到大气中
- ▶ 共计230亿千克

相当于每年减少1530万辆汽车（英国已登记汽车数量的48%）上路



是否有任何负面影响？

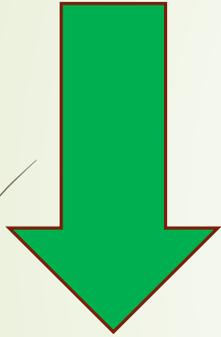
- ▶ 北美/南美的一些农民过度依赖草甘膦（用于耐除草剂作物）导致了杂草抗性~~问题~~——农民必须调整和改变杂草防治系统，相比15年前会导致除草剂使用增加和成本增长

但：

- ▶ 杂草抗性问题和增加除草剂的使用也是传统作物的一个趋势
- ▶ 用于耐除草剂作物的除草剂的环境特性仍优于用于传统作物的除草剂
- ▶ 耐除草剂作物仍然比传统替代物更具盈利性

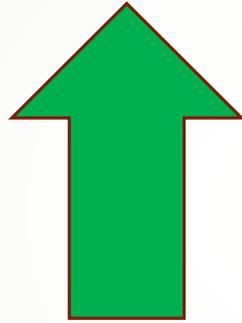
全球主要研究成果摘要

1996-2018年农药变化



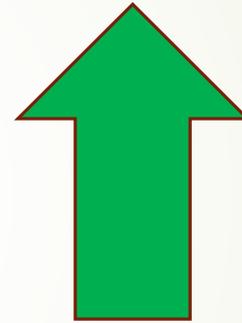
农药减少7.76亿
千克（8.6%），
相关环境影响减
少19%

1996-2018年全球农场收入



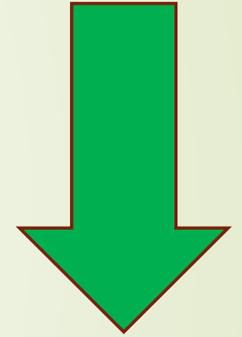
增加2250亿美
元

1996-2018年全球产量



食品/饲料/纤维增
加8.24亿吨

2018年碳排放量



二氧化碳排放量减少
230亿千克；相当于
减少1530万辆汽车上
路

结论性意见

- **转基因抗虫技术**：单产更高、生产风险更小、杀虫剂使用减少、收入增加、粮食供应更可靠、耕作方式更环保
- **转基因耐除草剂技术**：收入增加、额外增产、促进采用更可持续的耕作系统（如免耕）、碳排放量减少
- **两种技术**：对提高全球大豆、玉米、油菜和棉花产量做出了重要贡献——从而减少了增加农业用地的压力
- **较新性状**：耐旱（玉米）、抗真菌马铃薯和抗虫（茄子）现在开始做出积极贡献

结论性意见

- 经过23年的广泛使用，在关于转基因作物技术影响的同行评审文献中有相当数量的一致证据
- 本研究增加了这方面的文献
- 本研究的论文可在《转基因作物和食品》期刊上公开查阅
<http://www.tandfonline.com/toc/kgmc20/current>
- 我建议您阅读这些论文以及其中所援引的参考文献，并得出您自己的结论
- 感谢您的关注