



POLY4

A SIRIUS MINERALS PRODUCT

英保地 产品手册

英保地 — 一种颠覆性的肥料

英保地是天星矿物公司旗舰杂卤石产品的商标名称。杂卤石是一种天然形成的低氯多养分肥料，含有植物生长必须的六种大量矿质营养元素中的四种。

对于农户来说，将英保地作为钾源、硫源、镁源和钙源肥料，更加高效，施肥方法灵活，而且可保持农业生产的可持续性。农户只需使用一种产品，即可提高作物产量和质量，改善土壤结构，实现土地经济效益的最大化。



目录

英保地的基本属性	2	减少病害	38
利用效率	3	抗压强度	40
施用效果	3	临界相对湿度	41
应用灵活	4	盐分指数	42
可持续性	4	撒肥机试验	42
英保地 - 区域驱动因素	5	在掺混肥中的相容性	44
英保地 - 全球作物试验效果	10	在复合肥中使用英保地	45
水稻	12	耐磨性	46
玉米	14	低粉尘倾向	47
大豆	16	可持续性	48
小粒谷类作物	18	养分转运	49
马铃薯	20	土壤中钙的作用	50
棉花	22	土壤pH值	52
茶树	24	土壤电导率	53
番茄	26	低碳排放	54
产品特性	28	低氯	55
养分含量	29	常见问题	56
溶解性	30	参考文献	70
溶解速率	32		
养分转运特性	34		
肥料利用效率	36		

英保地的基本属性

英保地具有四大关键特性，通过提高产量、降低成本或两者，以可持续的方式提高农户的收益，从而令其受益。将英保地作为肥料来

源还可以提升作物质量，这是因为英保地含有多种大量和微量营养元素，能够及时满足作物营养需求。

利用效率

- 通过促进养分吸收，提高肥料利用效率
- 养分浓度高——简单易用、性价比高的颗粒型肥料能够同时提供四种大量营养元素

施用效果

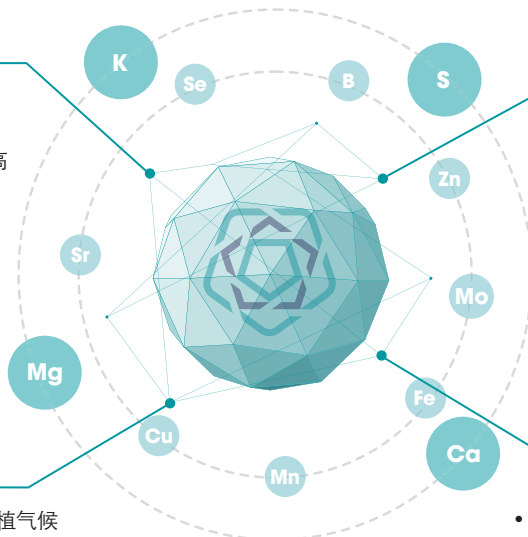
- 同时提高作物产量和质量
- 促进大量和微量营养元素吸收
- 通过提高抗病能力，最大程度减少作物损失
- 养分释放与作物需求同步的粒状产品，易于装卸、贮存、掺混和撒施

应用灵活

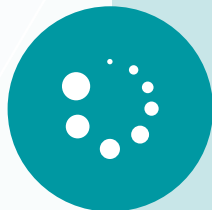
- 产品低氯、pH中性，适合于不同种植气候下的各种作物和土壤
- 可单独使用，也可作为掺混肥料配方成分使用
- 极好的兼容性
- 农户可自由选择施用时间

可持续性

- 改善土壤的强度、结构并提高养分残留
- 通过提高肥料利用效率，减少侵蚀和养分流失，降低农业生产对环境的影响
- 通过有机认证
- 环境影响小



利用效率



英保地是一款高效的多养分肥料:

- 通过促进养分吸收, 提高肥料利用效率。
- 养分浓度高——简单易用、性价比高的颗粒型肥料能同时提供四种大量营养元素。

试验结果表明, 英保地可促进大量和微量营养元素吸收, 其主要原因是提供更多养分可以提供给作物, 进而提升产量和质量。

英保地的多养分特性可以帮助农户通过减少肥料用量和降低种植投入来控制成本, 同时, 养分供应与植物需求同步, 减少养分浪费。

英保地的养分释放模式保证了从定苗到收获全程为作物提供养分, 而传统肥料则通常需要在作物养分需求之前施用和提供养分。

施用效果



英保地是一款有效的多养分肥料:

- 同时提高产量和质量
- 促进大量和微量营养元素吸收
- 通过提高抗病能力减少作物损失
- 与作物需求同步的理想养分释放模式
- 粒状产品, 便于装卸、贮存、掺混和撒施

英保地通过促进植物所需多种养分的可利用性, 提高产量、质量和营养健康, 并通过提高抗病能力最大程度减少作物损失。此外, 这些大量和微量元素在较长时间内可用, 更加符合植物的营养吸收模式。

英保地产品有颗粒型和标准型, 具有良好的化学相容性和物理相容性, 能够与所有主流的氮磷钾掺混肥配料兼容。英保地掺混肥的储存期远超传统氮磷钾掺混肥。我们的产品有效撒施宽度可达36米, 这可以防止肥料撒施不均以及因此导致的作物减产。

应用灵活

英保地是一款应用灵活的多养分肥料：

- 产品低氯、pH中性，适用于不同种植气候下的各种作物与土壤类型
- 可单独施用，也可作为掺混肥料配方的成分使用
- 极好的兼容性
- 农户可自由选择施用时间

英保地是一款低氯、多养分肥料，可避免因施用高氮肥源导致的常见毒性问题。土壤中的氯含量减少可使许多作物受益。此外，英保地对土壤电导率和pH值均无不利影响，而这两者会对作物有害。

英保地可直接施用，或添加到氮磷钾掺混肥中施用，以提供钾、硫、镁、钙及各种有益的微量营养元素。农户可以保持英保地在施肥前颗粒完整。由于英保地与其他肥料之间没有负相互作用，它还可作为一种有益的成分添加到任何掺混肥中。



可持续性

英保地是一款可持续的多养分肥料：

- 改善土壤强度、结构并提高养分残留；
- 通过提高肥料利用效率、减少侵蚀和养分流失，降低农业生产对环境的影响；
- 通过有机认证；
- 环境影响小。

英保地中的钙可以帮助提高土壤受压实、侵蚀和径流影响后的恢复能力，使植物获得生长所需的养分，减少养分进入水道和其他地方导致的养分浪费。

施用英保地提供多种养分可使土壤结合的营养元素更加利于植物吸收，同时还可以防止通常会对可持续作物生产造成威胁的养分挖掘。

杂卤石是一种天然形成的矿物，因此英保地的碳排放量较低，为农户提供有效又可靠的肥料方案。英保地通过有机认证，无需化学处理，二氧化碳排放低，比大多数肥料产品都更环保。英保地有助于重新平衡和重塑土壤结构，支持可持续土地管理。



英保地－ 区域驱动因素



英保地具有很大的市场机遇以及重塑肥料市场的能力。该产品独特的多养分特性可以为现有的肥料产品提供各种替代产品选择。它是理想的氮磷钾掺混肥原料，能够减少掺混肥厂商的投入成本，提高农户收入。

英保地利于平衡施肥。该产品具有低氯和多养分的特性，适合氯敏感作物并能修复土壤缺陷：英保地是一种低成本的钾、硫、镁和钙源，能直接被作物吸收利用。

此外，英保地是一款优质的产品：与当前的农业措施相比，它可以提高大田作物和经济作物的产量和质量。



北美洲

- 大部分农业地区缺乏钾、硫和镁
- 大量土地种植对氯敏感的作物

英保地产品基本无氯，同时含有硫、镁和钙

拉丁美洲和巴西

- 土壤老化、受侵蚀，硫和钙含量低
- 土壤pH值低，需要可溶性镁

英保地是一种理想的氮磷钾掺混肥原料，能提供多种营养元素，包括钾、硫、镁和钙。这一独特的性质使其养分供给能力优于现有的肥料替代品，同时英保地产品中的钙还能帮助改善土壤结构。

欧洲

- 欧洲法规执行控制排放导致硫元素缺乏
- 海洋性气候导致土壤侵蚀，从而造成养分淋溶损失
- 有机生产的需求

英保地是一款低氯、高效、含硫的肥料，碳排放量低，适合有机生产。

非洲

- 土壤养分退化，需要更加均衡的施肥
- 施肥措施低效且产量低
- 需要重新调整氮磷钾的施用配比，以减少氯含量
- 全球号召非洲采用21世纪的多养分施肥措施

英保地提供均衡的养分并改善施肥措施，从而能够提升产量。即使少量施用，英保地也可以增加产值，例如通过提高作物质量、抗病能力和耐旱能力。

印度

- 土壤被认为缺乏钾、硫和镁
- 当前的补贴制度导致氮肥的过度施用

在施肥方案中加入英保地，只需一种产品，即可提供钾、硫和镁，是一种具有修正作用和环境友好的解决方案，同时改善养分供应特性。



中国

- 到2020年化肥使用量零增长行动
- 政策要求平衡和可持续的施肥措施

英保地可以作为平衡和可持续施肥方法的基本组成部分，同时可提高养分利用效率和增加大量和微量营养元素的供应。

东南亚

- 养分流失导致富营养化。
- 对更多营养元素的需求，尤其是镁。
- 改进环境友好的肥料措施。

具有多种养分特性的英保地满足了在肥料计划中需要广泛营养元素的区域要求。它可以通过环境友好的肥料方式改善农业生产系统。

英保地 - 全球作物试验结果

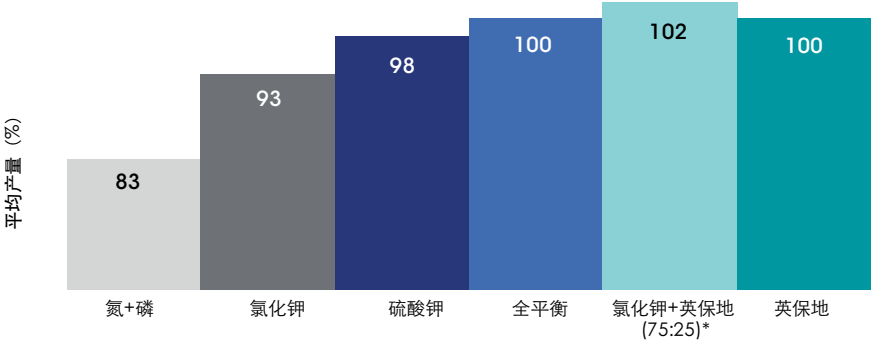


将英保地作为养分来源有助于提高作物质量，对于农户来说更加高效和有效，同时它还可以带来附加价值，具有进一步提高经济收益的潜力。

由于英保地可提供六种大量营养元素中的四种（钾、硫、镁和钙），含有英保地的肥料方案效果更好 - 农户只需使用一种产品，即可提高作物产量和质量，同时改善土壤结构。

根据全球各地123次田间试验¹汇总的信息，我们可以看到，在推荐钾素施用量下，氯化钾和英保地掺混肥可实现最佳农业产量。数据显示，氯化钾+英保地试验组的产量比仅施用氯化钾的试验组的产量平均高9%。此外，英保地试验组和氯化钾+英保地试验组的产量比单施硫酸钾试验组高4%。

英保地的平均施用效果与其他钾肥之间的对比



水稻

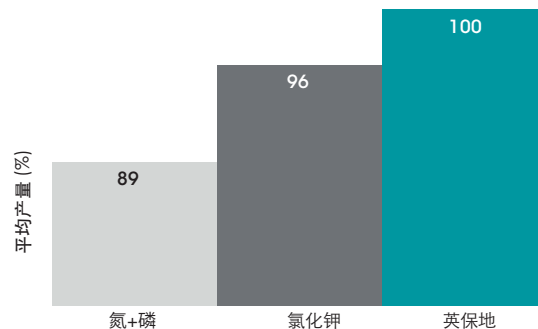


水稻是仅次于玉米的全球第二大作物。在2012年至2016年期间，全球水稻产量增加470万吨，而总种植面积则减少240万公顷²。我们在美国、厄瓜多尔、非洲、中国、马来西亚、泰国和越南进行了英保地水稻试验。

中国是全球第一大水稻生产国和消费国²。中国政府仍需确保其粮食谷物能自给自足。中国90%的水稻种植区域为灌溉地，只有相对较小的区域具备雨水灌溉条件。水稻生产位于不同的农业生态区域，主要位于夏季降雨丰沛的湿热亚热带。

全球水稻作物较多使用氯化钾肥。总体试验结果显示，将英保地作为钾肥能够将产量平均提高4%，最高可在氯化钾的基础上增产22%^{3,4}。

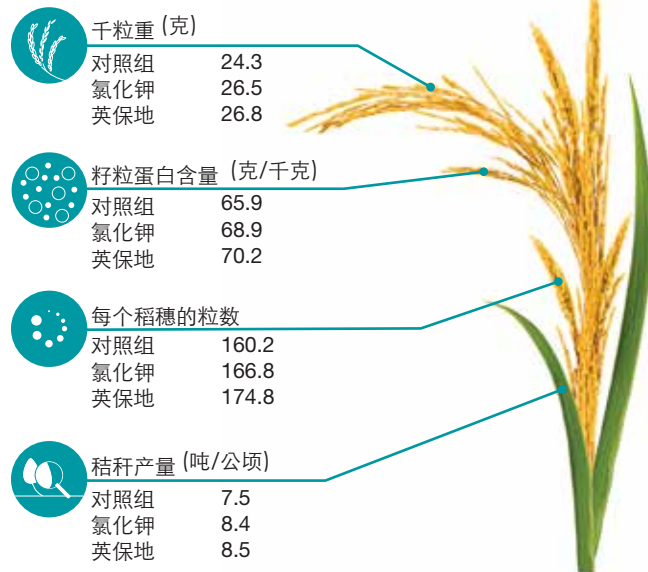
英保地与其他钾肥之间的平均肥效对比



我们与中国科学院南京土壤研究所在中国合作开展的水稻试验⁵将多种钾肥进行了对比，并对土壤中钾素状况进行监测。此外我们还评估了英保地对水稻产量和品质的影响。

施用英保地的水稻产量高于氯化钾作为钾肥时的产量。肥料可以影响作物对有益和有害元素的吸收。英保地能够增加有益营养元素的吸收，并且减少对砷和铝等有毒元素的吸收。

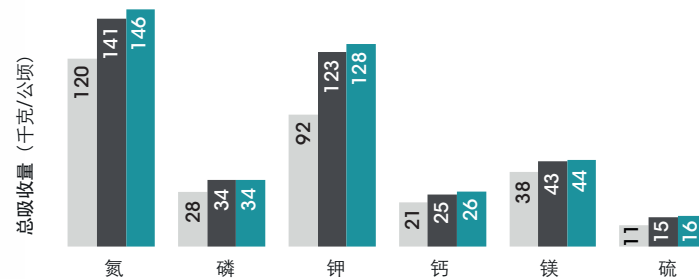
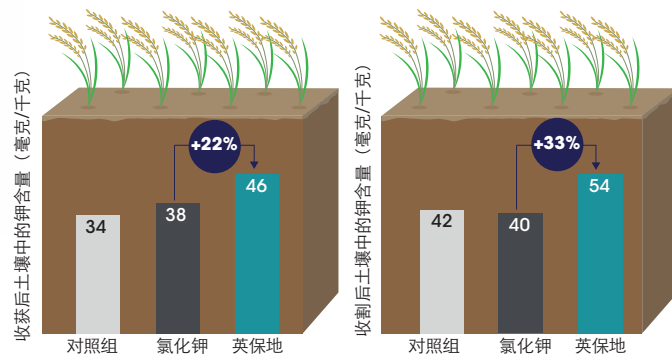
Rice quality



本次试验显示，英保地可提高肥料利用效率，增加氮和钾的吸收。收获后的土壤状态表明，英保地能显著增加表层土壤（深度0-20厘米）中的钾和硫含量，有利于下一茬的作物生产。

总养分吸收^{6,7}

■ 对照组 ■ 氯化钾 ■ 英保地

收获后土壤养分状态^{6,7}

玉米

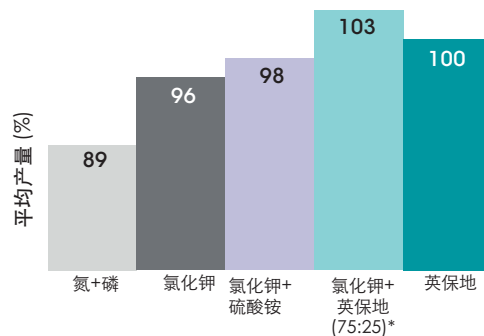


全球玉米种植面积为1.88亿公顷，平均产量为每公顷5.6吨⁸。2016年至2017年，主要的玉米生产国为美国、中国和巴西⁹。

我们在美国、巴西、欧洲、非洲、中国和越南对玉米进行了英保地肥效研究。平均而言，^{10,11}氯化钾+英保地掺混肥能实现7%的产量增幅，最高可使产量增加14%。这些结果试验证实玉米受英保地中的钾和硫影响，产量高于单施氯化钾肥料。

长期研究还表明，英保地掺混肥可以提高玉米产量，稳定增加利润，从而维持经济效益。

英保地与其他钾肥之间的平均肥效对比



我们与Fundação MT公司合作在巴西进行了一次为期三年的试验，该试验将以氯化钾为钾源制成的6:14:14掺混肥和以氯化钾+英保地为钾源作制成的6:14:14掺混肥进行对比，以评估英保地作为肥料对玉米的作用¹²。本次试验的对象为Safrinha玉米，该品种的玉米在过去的8年间是巴西的主栽品种。全球玉米市场中巴西已经成为美国最大的竞争对手，2016-2017年的玉米产量为9850万吨¹³。

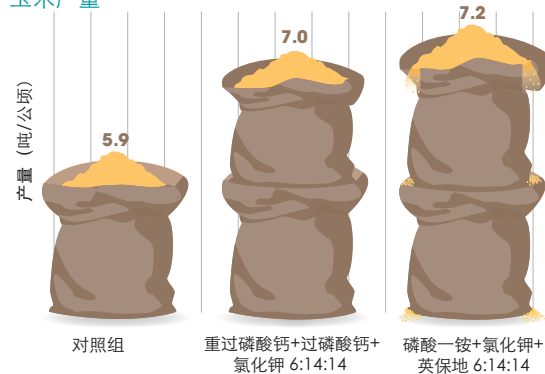
试验地点位于巴西最大的玉米生产州Mato Grosso¹⁴，该地区土壤钾、硫和钙含量低。英保地掺混肥可提供多种养分且氮含量低，有助于提高玉米产量。三年的试验结果显示，英保地掺混肥的效果均优于传统的氮磷钾掺混肥。

6:14:14 掺混肥成分¹⁵



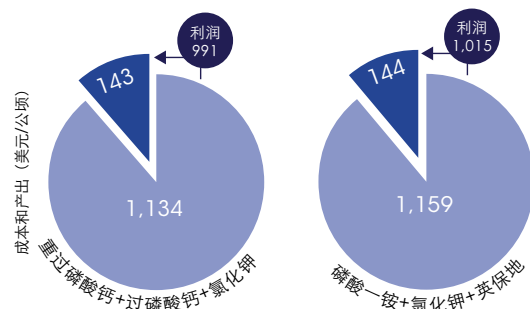
英保地掺混肥试验组的利润大于氯化钾掺混肥试验组。较高的玉米产量意味着每公顷除肥料成本外的利润提高24美元/公顷。为期三年的试验产生的利润增幅说明英保地掺混肥一直能维持较高经济收益。

玉米产量¹⁶⁻¹⁸



肥料成本、产出和利润¹⁹⁻²¹

■ 产出价值 ■ 肥料成本



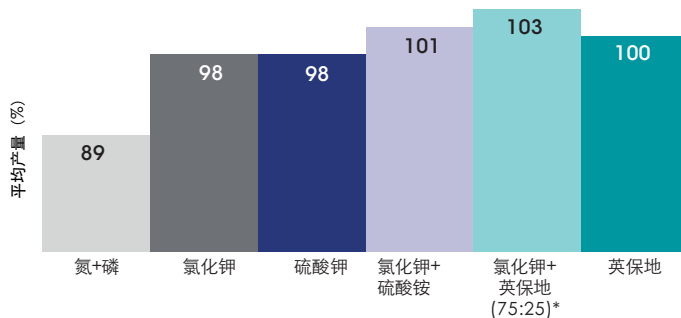
大豆



联合国粮农组织的数据估计全球大豆所占耕地面积为1.21亿公顷，产量大约为33500万吨。美国、巴西和阿根廷拥有最大的种植区。天星钾肥的全球农学项目在美国、巴西、阿根廷和加拿大对大豆进行了英保地肥效-研究。

氯化钾+英保地肥料方案效果优于仅施用氯化钾的方案。平均^{22,23}产量增幅为5%。氯化钾+英保地掺混肥能够增加产量的原因在于英保地中含有的钾、硫和镁营养元素。这些研究表明，英保地的最佳施用方法与常规做法一致，是在种植作物之前将其撒播到田中。

英保地与其他钾源之间的平均肥效对比



2016-2017年，巴西的大豆产量占全球大豆产量的31%，预计到2026年巴西将成为全球最大的大豆生产国²⁴。大豆生产使用的钾施肥用量约占巴西钾肥用量的35%，该作物通常的氧化钾需求量约为75千克/公顷。位于Mato Grosso的试验地点，土壤钾、硫和钙含量低，建议在当地的肥料方案中加入这些营养元素。

在巴西开展了为期三年的试验²⁵，评估英保地在大豆上的施用效果。试验组的养分比例与市面上销售的掺混肥比例相同（0:14:14和0:18:18），钾来自氯化钾或英保地。

大豆与玉米在钾和硫含量低的土壤中轮作。英保地的两种肥料方案均能提高产量。不管是以边际肥料成本还是边际利润与肥料成本的

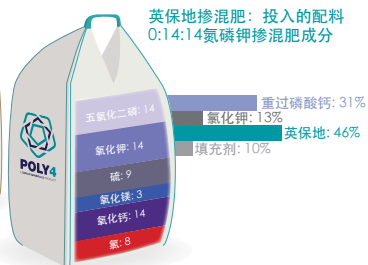
比值计算，使用英保地方案都是最高效的，因此两种肥料方案都可以提高资金效率。

氮磷钾掺混肥成分²⁶

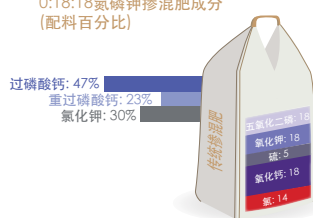
传统掺混肥：投入的配料
0:14:14氮磷钾掺混肥成分
(配料百分比)



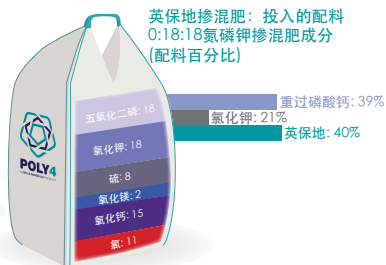
英保地掺混肥：投入的配料
0:14:14氮磷钾掺混肥成分



传统掺混肥：投入的配料
0:18:18氮磷钾掺混肥成分
(配料百分比)

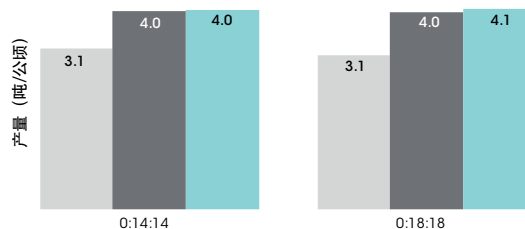


英保地掺混肥：投入的配料
0:18:18氮磷钾掺混肥成分
(配料百分比)



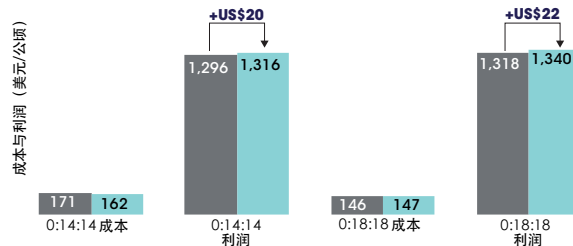
大豆产量^{27,28}

■ 对照组 ■ 重过磷酸钙+过磷酸钙+氯化钾掺混肥 ■ 重过磷酸钙+氯化钾+英保地掺混肥



肥料成本和利润²⁹⁻³¹

■ 重过磷酸钙+过磷酸钙+氯化钾掺混肥 ■ 重过磷酸钙+氯化钾+英保地掺混肥



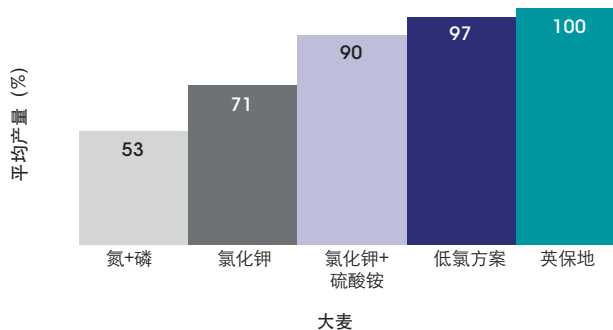
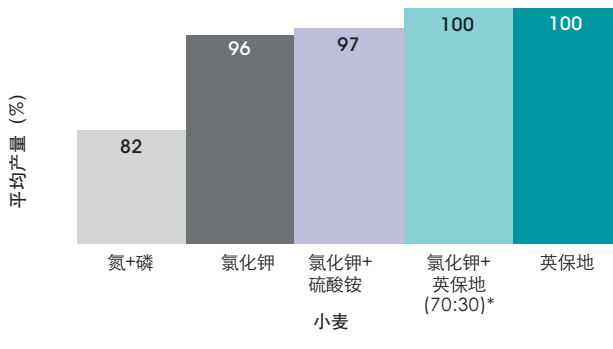
小粒谷 类作物



英保地的多次研究结果表明，施肥时间会影响作物的栽培效益。早春时节对越冬作物施肥能够实现最高的正态化差值植被指数 (NDVI)、分蘖数、产量和收获指数。

试验表明，当英保地施用在中等含量钾素土壤中时，小粒谷类作物的产量更高，例如小麦和大麦。总的试验结果表明，在缺硫地区使用英保地产品作为钾源时，小麦产量比氯化钾试验组平均高4%^{32,33}，大麦产量比氯化钾试验组平均高58%^{34,35}。

英保地与其他钾源之间的平均肥效对比



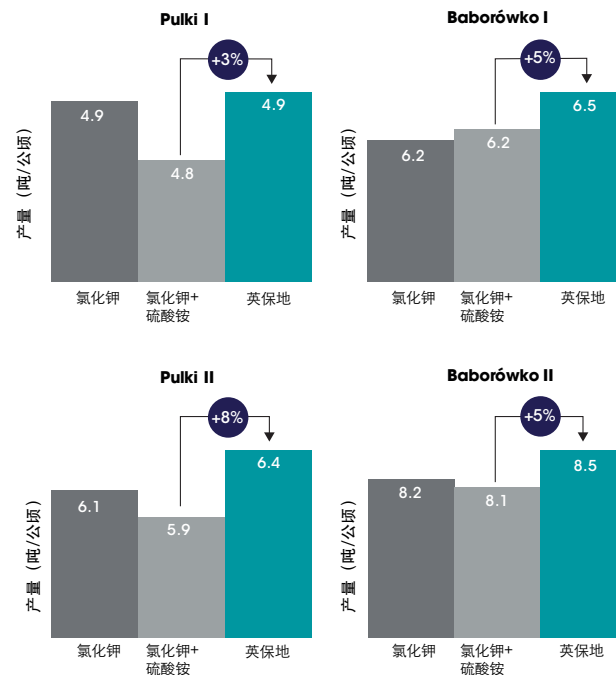
2016年，波兰的小麦种植面积约为240万公顷，平均产量为4.5吨/公顷³⁶。波兰的农户通常将氯化钾作为小麦的钾肥。我们与土壤科学和植物培育研究所合作，在四个地区对冬麦进行了英保地试验³⁷，将英保地与其他钾肥和硫肥进行对比，评估英保地对作物产量与质量的影响。

英保地肥料方案在这四个地区均提高了冬小麦产量，比氯化钾+硫酸铵试验组平均高5%。

此外，英保地可以提高Hagberg降落数值，这是衡量小麦质量的重要参数和决定面包用小麦溢价的指标。面粉加工商比较青睐较高的数值，通常指250以上。英保地试验组的Hagberg降落数值最高，平均值为282秒。

试验处理	Hagberg降落数值			
	Pulki I	Pulki II	Baborowko I	Baborowko II
氯化钾	283	248	225	240
英保地	350	297	248	233

冬小麦产量^{38,39}



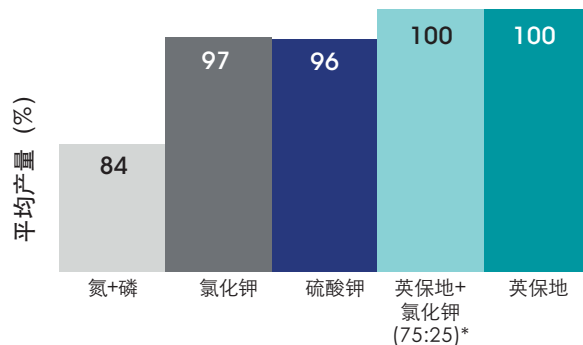
马铃薯



马铃薯对氯敏感，种植户目前使用硫酸钾或氯化钾掺混肥来提高块茎质量和经济收益。

我们在美国、英国、巴西和印度进行了全球马铃薯试验。英保地是一种低氯钾肥，可满足作物对硫和镁的需求，能够在经济上最大程度提高产量和质量。综合数据表明，英保地试验组的产量平均比硫酸钾试验组高4%^{40,41}。在出芽率方面，英保地产品还有助于马铃薯快速定苗。较早的土壤覆盖率能自然地抑制杂草滋生，从而提高产量。

英保地与其他钾源之间的平均肥效对比



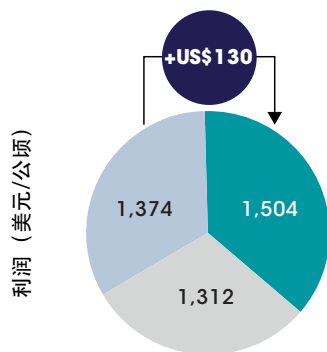
在2016-2017年，印度的马铃薯产量为4900万吨⁴²。其中1400万吨的马铃薯生产于Uttar Pradesh地区。我们与Sardar Vallabhbhai农业大学合作在Meerut开展了本次试验⁴³⁻⁴⁵，试验种植作物是一种适宜制作炸薯条的当地特有品种Chipsona 1。英保地钾施用量为75、150和225公斤/公顷与当地习惯施肥（氯化钾 - 作为钾肥，硫来自与膨润土结合的单质硫）中的养分含量相对应。

英保地代替氯化钾+硫掺混肥施用后，马铃薯的适销产量增加了14%⁴³⁻⁴⁵。这反映在早期得到增加的作物冠层和叶绿度⁴⁶。

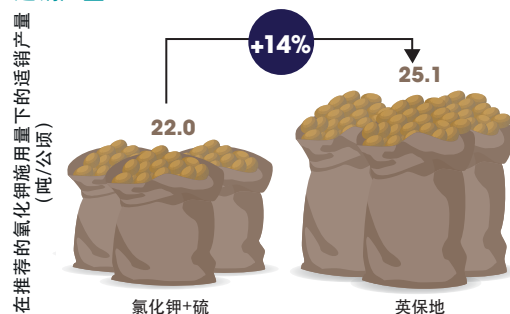
较高的干物质质量是实现炸薯条行业溢价最重要的要求。英保地试验组的马铃薯干物质质量比氯化钾+硫试验组高7%⁴³⁻⁴⁵。马铃薯产量增加能够为农户带来更大的经济回报，在推荐施用量下可使每公顷的经济回报增加130美元。

马铃薯利润⁴⁷

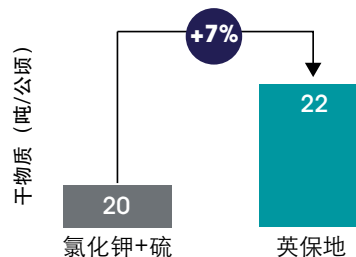
■ 氮+磷 ■ 氯化钾+硫 ■ 英保地



适销产量



块茎干物质含量



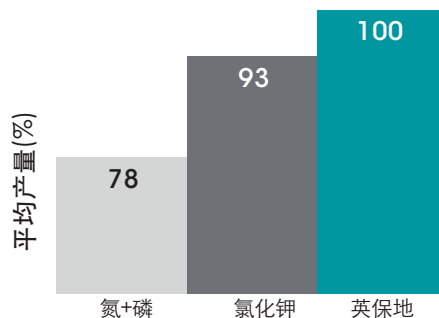
棉花



钾是棉花纤维形成必需的营养元素，也与水分相关的重要影响因素。棉花成铃时对钾的需求量增加，水压是纤维延长的必要条件。人们通常选择氯化钾作为钾源。我们在中国、印度和美国进行了英保地试验，这几个国家是全球棉花市场的引领者。

增加棉花植株和棉花吸收的硫量对于提高产量非常重要。将英保地加入肥料方案能够满足作物对硫的需求，并提供钾、镁和钙，效果优于传统的肥料方案⁴⁸。总的试验结果表明，英保地试验组的产量高于氯化钾试验组，最高可增产76%^{49,50}。

英保地与其他钾源之间的平均肥效对比



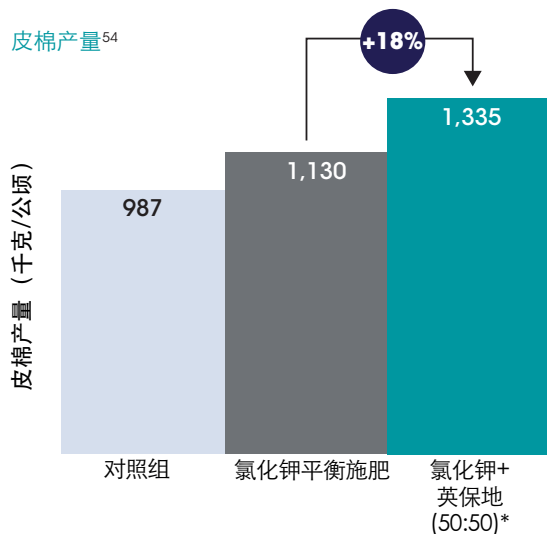
美国是世界上第三大棉花生产国。从弗吉尼亚州到加利福尼亚州的17个美国南方的州为棉花生产区⁵¹。

本次试验⁵²为期三年，与弗吉尼亚理工学院合作完成。本次试验将氯化钾+英保地对棉花的效果与其他含氯化钾的常用肥料方案进行了对比。与含石膏和硫酸镁石的氯化钾平衡掺混肥相比，英保地掺混肥能更有效地提供镁、硫和钙，每年都能提高皮棉产量。

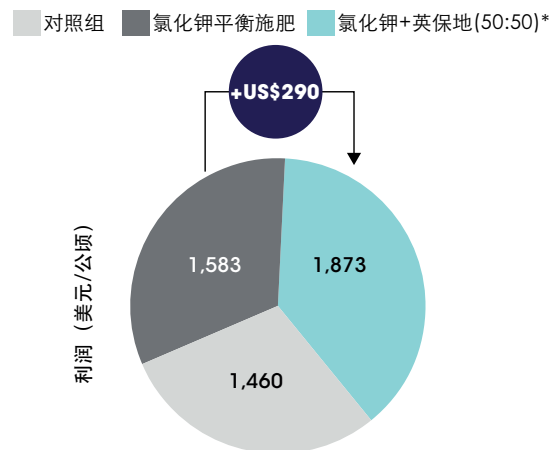
在2016年的生长季，不利的天气条件影响了总体的棉花产量，但是氯化钾+英保地掺混肥对皮棉产量的帮助作用尤其大。在这样的情况下⁵³，在推荐施钾量条件下，英保地掺混肥试验处理的产量比平衡氯化钾试验处理高74%。三年的数据显示，氯化钾+英保地试验处理的产量比氯化钾平衡方案的产量高18%。

比例为50:50的英保地+氯化钾方案产生的经济利润比氯化钾平衡掺混肥试验组每公顷高290美元，说明英保地方案的成本效益更高。

皮棉产量⁵⁴



三年期试验的棉花利润⁵⁵



茶树

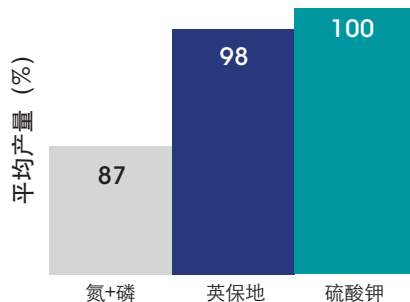


茶树是一种高价值热带作物，施用低氯肥料对其有利。印度尼西亚、印度、中国、斯里兰卡和肯尼亚是2016年最大的茶叶出口国⁵⁶。

试验表明，英保地肥料方案较比硫酸钾处理增产率可高达6%^{57,58}，但为茶叶种植商带来价值提升的是品质。

钾在提高茶叶品质方面有重要作用。在中国对茶树进行的英保地试验发现，英保地可以维持或提高氨基酸多酚的比例和水溶性固体物含量等品质参数，从而提升茶叶口感⁵⁹。此外，使用英保地产品后，春季茶叶叶片中和土壤中的钙和镁含量提升。

英保地与其他钾源之间的平均肥效对比

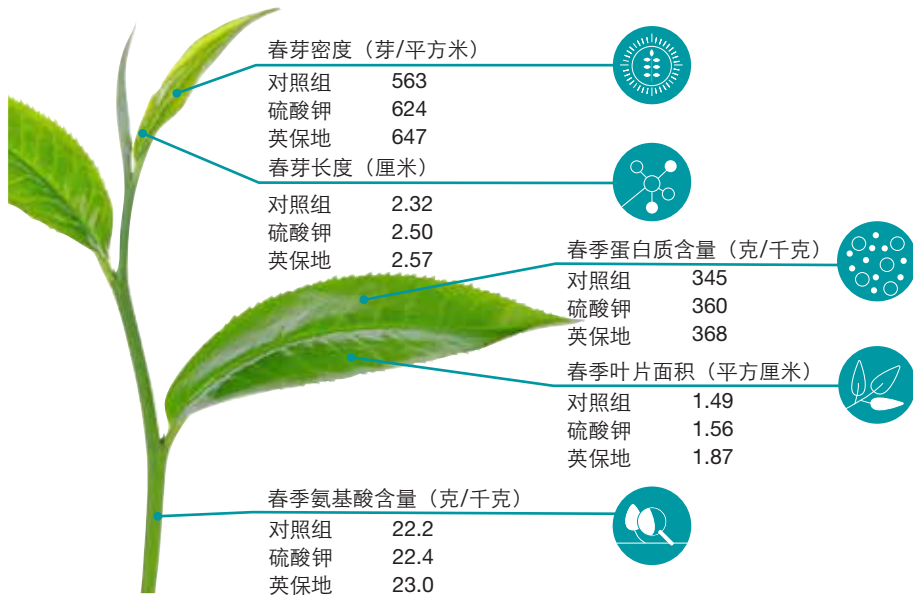


2016年，中国的茶叶产量为235万吨，茶叶出口额为14.9亿美元，是全球主要的茶叶出口国⁶⁰。我们与四川农业科学院土壤肥料研究所合作，在第二年对茶叶植株进行评估，将英保地与硫酸钾对茶叶长势和品质的影响进行了比较⁶¹。

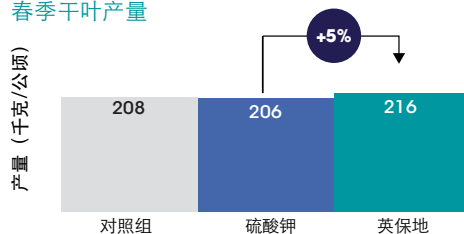
英保地可以作为一种低氯的替代肥料，用一种产品同时提供钾、硫、镁和钙多种养分，此外，英保地试验组的春季干叶产量比硫酸钾试验组高5%^{62,63}。

将英保地产品分基肥和追肥施用，可提升与茶叶品质和产量相关的几个参数。

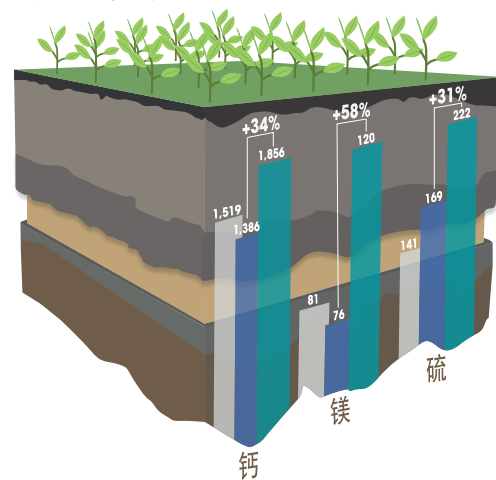
与硫酸钾相比，英保地还可以显著增加土壤中的残留养分：检测结果显示，钙含量增加34%，镁含量增加58%，硫含量增加31%。



春季干叶产量



试验后土壤分析^{62,63}



番茄

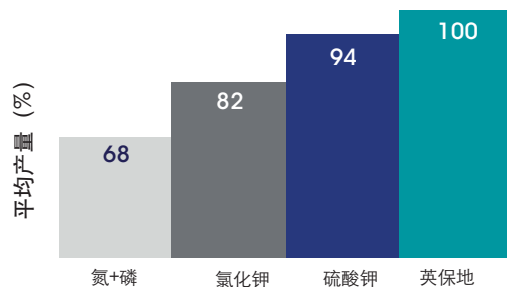


番茄是全球消费量最大的蔬菜。2016年全球番茄种植面积大约500万公顷，产量达17700万吨⁶⁴。最大的番茄生产国是中国、美国和印度⁶⁴。2016年至2017年生产季，欧盟的番茄产量为大约1800万吨，其中40%在生鲜市场出售⁶⁴。

我们在美国、巴西、英国、坦桑尼亚和印度进行了番茄试验。总的试验结果^{65,66}表明，英保地方案的效果好于氯化钾或硫酸钾，英保地试验组的产量比氯化钾组高18%，比硫酸钾组高6%。此外，英保地可以提升番茄品质参数，例如使番茄紧实度提升1.3%，从而延长货架寿命，可滴定酸度下降3.8%，Brix数值提高1.6%，使得番茄酸度更低，口感更甜⁶⁷。

英保地还可以通过提高抗病能力，最大程度减少作物损失。我们与佛罗里达大学合作对番茄菌斑病进行的英保地研究表明，与其他肥源相比，英保地产品最高可以使感染率降低89%。

英保地与其他钾源之间的平均肥效对比



番茄菌斑病：叶片的目测评估⁶⁸⁻⁷²

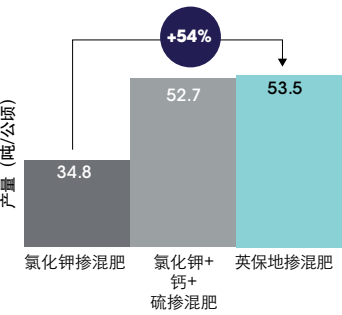


美国是世界上主要的番茄生产国之一，产量仅次于中国。新鲜和经过深加工的番茄在美国的销售额超过20亿美元⁷³。

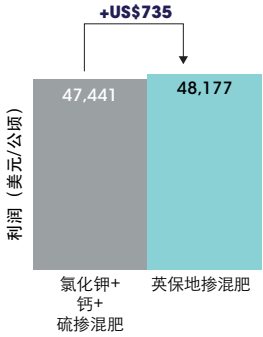
弗吉尼亚州是仅次于加利福尼亚州和佛罗里达州的第三大番茄生产州。番茄的生产区域为高度缺乏钾和硫的沿海平原土壤。弗吉尼亚州的番茄种植户通常使用含氯化钾的氮磷钾掺混肥。

我们与弗吉尼亚理工学院合作开展的此次番茄试验⁷⁴研究了生鲜市场的番茄对两种不同氮磷钾掺混肥 (6:3:12和11:4:17) 中的英保地和氯化钾的反应。含氯化钾的氮磷钾掺混肥增添了氧化钙和硫。英保地肥料方案试验组的产量比氯化钾掺混肥高54%，同时还可以提供硫、镁和钙。含硫和氧化钙的掺混肥可提高产量和净利润。英保地试验组的利润比营养平衡的氯化钾 (氯化钾+钙+硫) 试验组每公顷高735美元。

番茄产量⁷⁶⁻⁷⁹

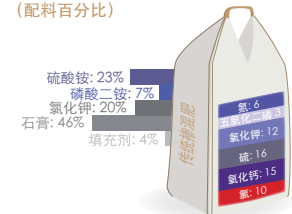


利润⁸⁰⁻⁸¹

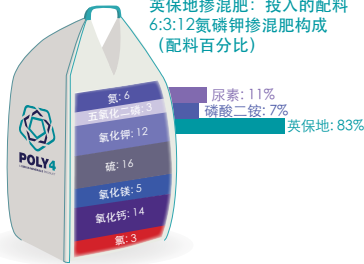


氮磷钾掺混肥的构成⁷⁵

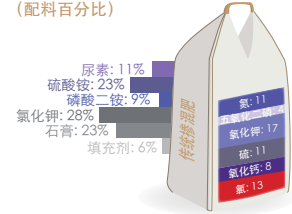
传统掺混肥：投入的配料
6:3:12氮磷钾掺混肥构成
(配料百分比)



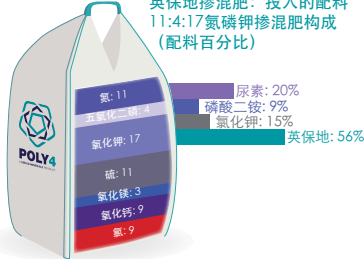
英保地掺混肥：投入的配料
6:3:12氮磷钾掺混肥构成
(配料百分比)



传统掺混肥：投入的配料
11:4:17氮磷钾掺混肥构成
(配料百分比)



英保地掺混肥：投入的配料
11:4:17氮磷钾掺混肥构成
(配料百分比)



产品特点

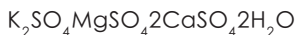


营养元素含量

标称的营养元素含量如英保地标签所示：氧化钾14%，硫19%，氧化镁6%和氧化钙17%⁸²。

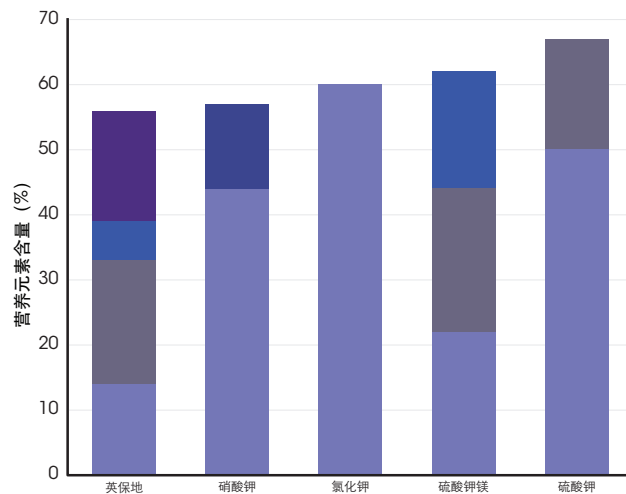
标签所示的肥料分析数值是营养元素的最低含量，如果是不需要的元素，则为元素的最高含量。营养元素含量通常用重量百分比表示。

英保地的化学式：



主要钾肥的营养元素含量

■ 氮 ■ 氧化钙 ■ 氧化镁 ■ 硫 ■ 氧化钾



溶解性

所有肥料以在给定温度下所有肥料在水中的溶解性来描述其特征。

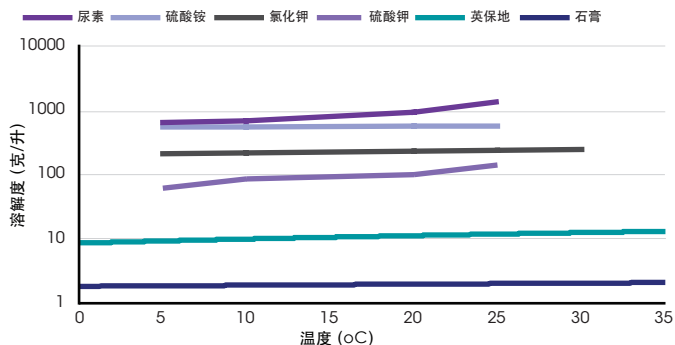
我们将不同温度下测得的英保地溶解度⁸³与所报告的其他常见肥料在水中的溶解度进行对比⁸⁴⁻⁸⁸。25° C时英保地的溶解度为27克/升，相当于10吨/公顷的施用量下在潮湿、中等质地的土壤耕层中溶解的英保地量。这一溶解度可以使英保地能有效地以商业需求的速率供给钾、硫、镁和钙营养元素。

溶解速率表示固体肥料转变为溶液的特性。这一速率在很大程度上是由在专利制粒过程中控制的物理参数决定的。我们将20° C温度下英保地的溶解速率与氯化钾、硫酸钾和硫酸钾镁进行了对比。英保地的溶解速率与氯化钾相似。

由于英保地是一种矿物，在溶解的同时会释放养分。两项试验均表明所有养分均可利用，而且其所含的养分在6个小时内几乎全部溶解。这种材料形式对溶解性有明显影响。

作物可从这一特点中受益，这是由于养分供给与作物生理代谢需求更为协调同步，在整个生长季为作物提供支持。

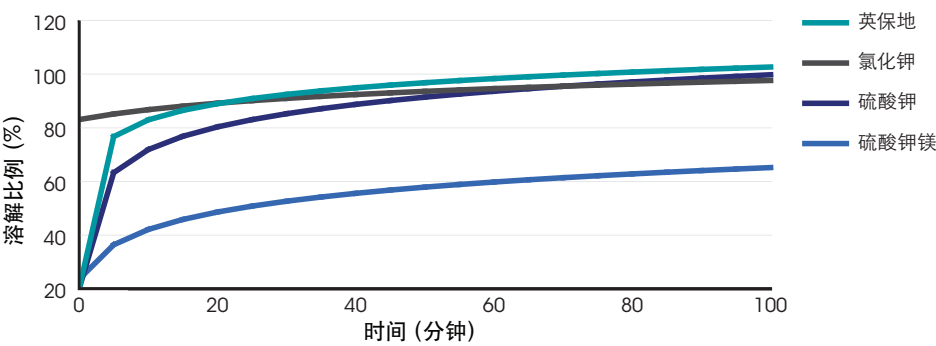
各种温度下英保地在水中的溶解度（克/升）与其他商品肥料之间的对比⁸³⁻⁸⁸



25° C温度下商品肥料溶解度汇总⁸³⁻⁸⁸

肥料	25°C 温度下的溶解度 (克/升)
英保地	27
硫酸铵	750
氯化钾	264
硫酸钾	120
尿素	1200
石膏	2.55

浓度为10克/升的情况下，英保地颗粒随时间推移在水中的溶解度与其他钾肥之间的对比⁸³⁻⁸⁸

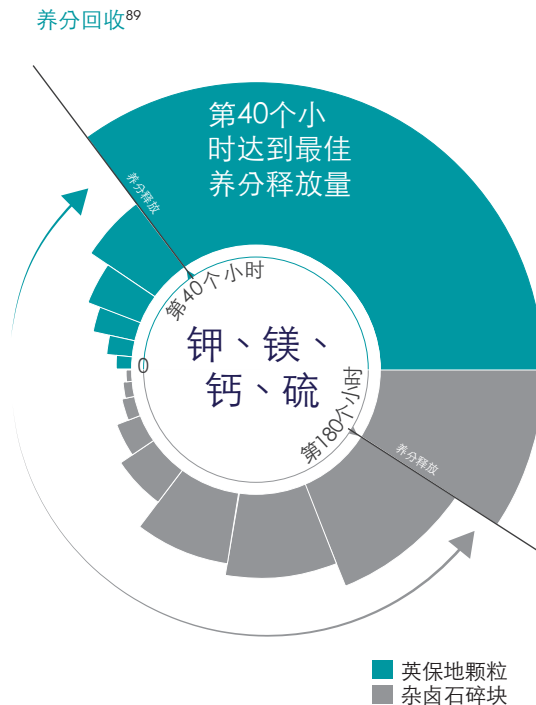


溶解速率

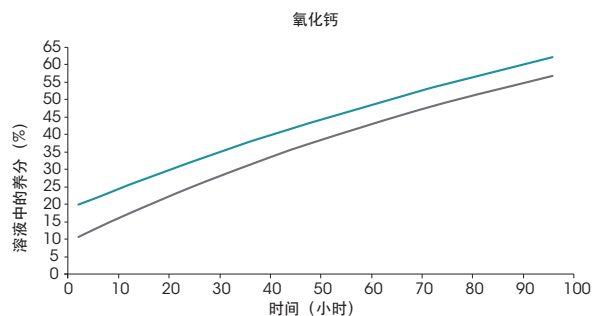
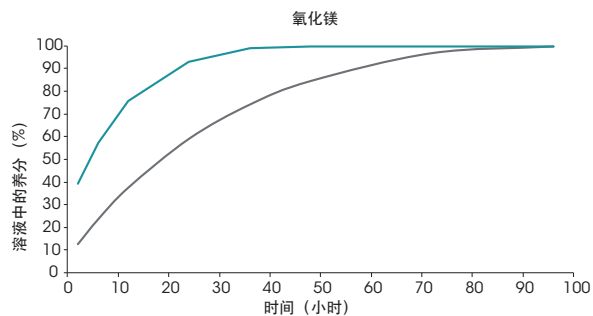
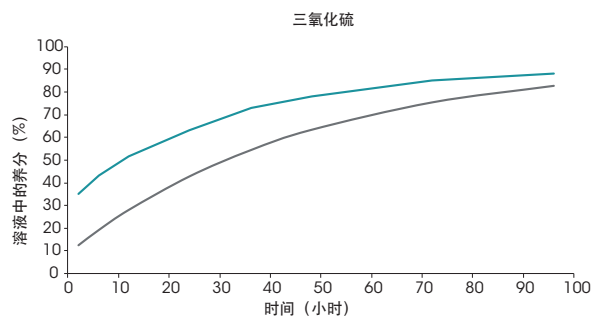
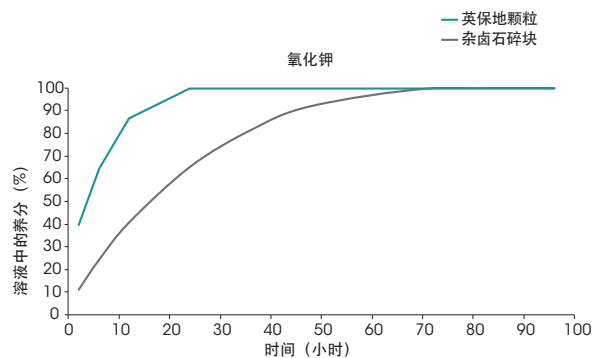
养分的作物可利用性与施肥的时间一样重要。溶解速率是指由固体状态进入溶液的速率。许多因素控制并影响这一过程，例如温度和物理形态。肥料需要在适合的时间期限内有效地释放养分，使植物能在需要的时候吸收这些养分。肥料行业使用人为作用来控制溶解速率。英保地的天然溶解速率能有效地调节向作物释放养分的过程，无需人为作用。

英保地颗粒和杂卤石碎块的溶解速率在实验室中进行测试⁸⁹。我们将材料加入去离子水中（0.5克/500毫升），以测试可溶性钾、硫、镁和钙随时间的溶解程度。

英保地颗粒的养分回收率更快。测试结果显示，英保地颗粒在40小时后释放养分，而相似大小的杂卤石碎块则需要180小时才能回收养分。



养分回收⁸⁹



养分释放特性

植物的营养需求会随着生长而变化，因此，农户必须找到符合植物生长需求的肥料方案。英保地能持续供给养分，更符合植物需求。

常见的施肥方法通常在播种时施用氮、钾和硫等养分。这些养分会由于侵蚀、径流或淋溶而流失，因此，在植物对养分的需求到达最高点时，即植物生命周期接近终点之时，这些养分却变得不可利用。可持续的养分释放模式对于在砂质土壤和其他保持和释放养分能力有限的土壤中种植的作物尤为重要。

此次实验室研究⁹⁰使用土柱（30厘米深的砂质壤土的表层土）来演示英保地和其他产品的养分释放。此次试验测试旨在量化钾、硫和镁的释放情况，以证明多养分英保地有控制地释放养分的特性所带来的额外益处。

硫酸钾镁试验组能快速释放钾，在2个孔隙体积的模拟降雨条件下，70%所添加的钾从表层土中迁移。施用英保地的土壤同样有一个很大的钾元素迁移波峰，但迁移时间较长。这意味着钾的可利用性高并能持续释放养分。

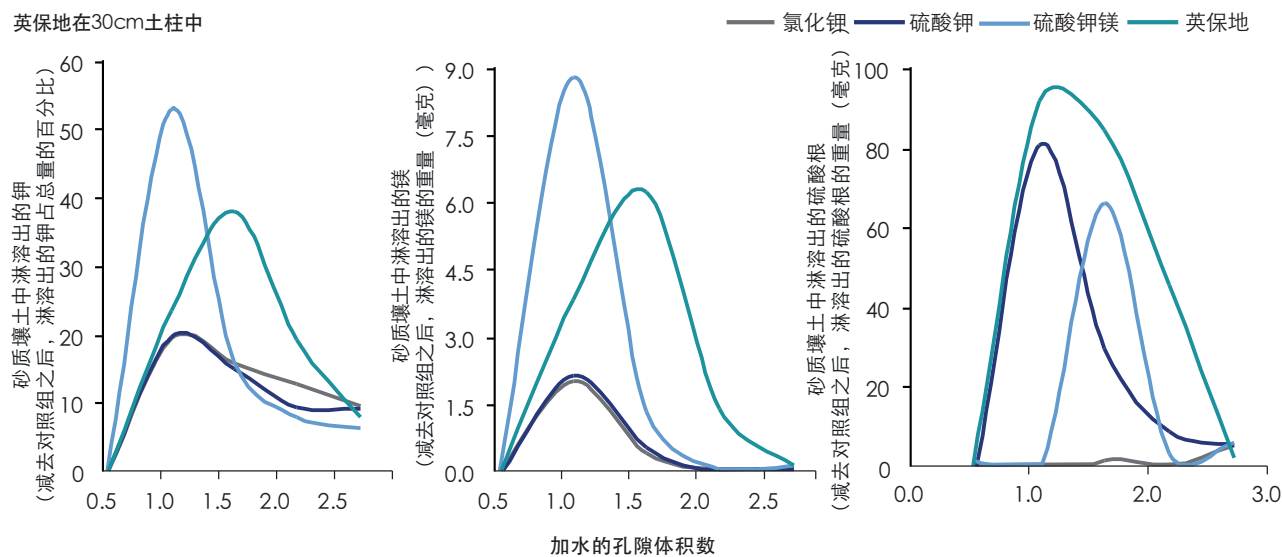
镁元素也有相似的趋势，硫酸钾镁能够快速释放镁元素，但是持续时间短暂，而英保地能够在较长时间内释放镁，可利用镁的波峰较宽。当各试验组所施用的镁以百分比表示时，英保地在镁的释放量方面快速超过硫酸钾镁。硫酸钾镁中添加的镁的迁移量低于80%。

此外，施用英保地的土壤硫酸根（ SO_4^{2-} ）的迁移量也大于硫酸钾或硫酸钾镁试验组。与钾和镁相似，英保地试验组有较宽和持久的硫酸根迁移波峰。英保地所添加的硫酸根比硫酸钾镁试验组略高，但是却能明显增加可利用硫酸根的量。

英保地能够提供非常强大和独特的钾、硫和镁长期释放组合，并增加这些养分总体的可利用性：添加115%的钾（氯化钾=64%）和添加90%的镁（硫酸钾镁=61%）。养分的持续释放可以使植物在较长的时间内利用这些养分，更符合植物的需求。

土壤中养分的可利用性⁹⁰

英保地在30cm土柱中

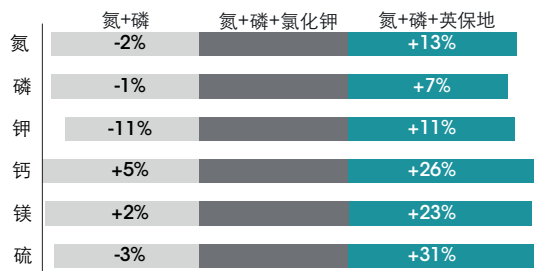


肥料利用效率

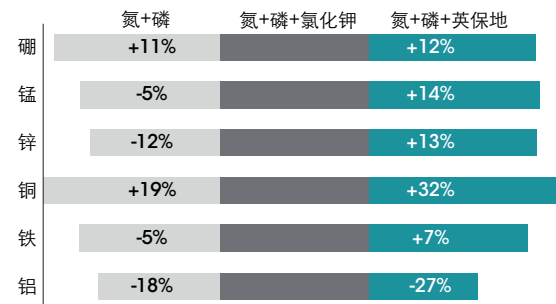
随着人口的增长，对食物的需求也将增加。预计30年后人口数量将翻倍，相当于每年2.4%的增长率⁹¹。养分利用效率在作物生产评估系统中是一个非常重要的概念。肥料管理以及土壤-植物-水分管理对养分利用效率影响很大⁹²。

植物的养分吸收量与肥料施用量之间的比可用于衡量养分利用效率。我们对全球32个试验进行了评估，包括在亚洲（中国）、欧洲（英国和法国）、拉丁美洲（巴西）和北美洲（美国）进行的高价值和大田作物试验，例如茶树、番茄、大豆、小麦、马铃薯和玉米。将养分吸收量与氯化钾的养分输送量的比值归一化后的数据表明，英保地肥料方案对微量和大量营养元素吸收很有价值。

英保地试验组的常量营养元素吸收量与氯化钾之间的对比⁹³



英保地试验组的微量营养元素吸收量与氯化钾之间的对比⁹⁴



天星钾肥的试验表明，英保地能在较长期限内提供养分。英保地产品能够促进养分释放，帮助并提高多种大量和微量营养元素的吸收，从而为作物生产提供创造有利的营养支持。

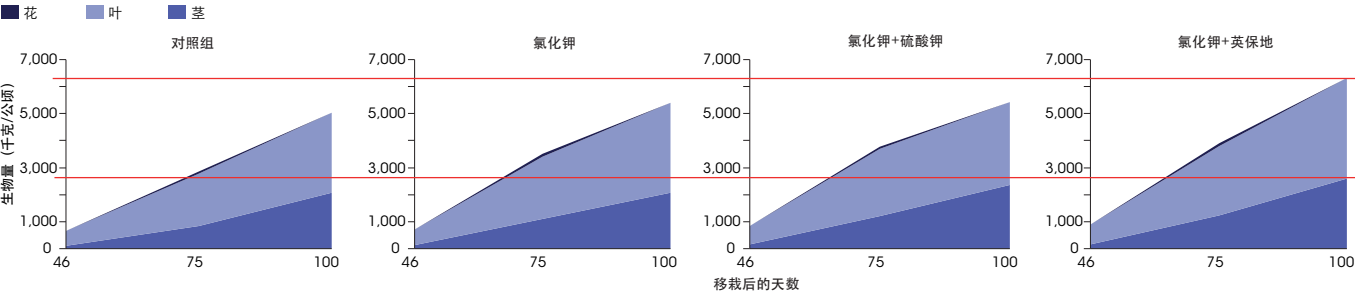
与肯塔基大学合作开展的营养平衡田间试验⁹⁵将以英保地为基础的肥料方案与当地常用的肥料方案进行对比，其中包括一款有相似营养组成的肥料方案。

作为肥料方案的一部分，英保地可以提高试验中茄科作物的茎叶生物量。养分吸收可促进生物量增加，从而使产量比氯化钾方案组高7%到28%。

氯含量低的英保地，同时能在收获前长期提供钾、硫、镁和钙等营养元素，从而影响并提升茄科作物的品质。

试验组	试验中的养分施用量（千克/公顷）				
	氧化钾	氧化钙	氧化镁	硫	氯
对照组	0	0	0	0	0
氯化钾	180	0	0	0	138
氯化钾+硫酸钾	180	0	0	58	56
氯化钾+英保地	180	0	63	200	56

生物量^{96,97}



减少病害

良好的作物营养健康有助于几种生理功能和抗病功能⁹⁸。
。组织中含钾量减少会导致：

- 产量和品质损失；
- 倒伏风险；
- 氮的利用效率低；
- 对干旱和/或寒冷敏感⁹⁹。

英保地可提高植物的抗病能力，使作物更健康¹⁰⁰⁻¹⁰²



英保地处理的玉米纹枯病严重程度
比氯化钾组低71%

番茄叶斑病发生率比氯化钾组低
48%



氮是蛋白质合成、植物发育与质量
的基本要素。

氮

磷是光合作用、呼吸作用和能量转换
的基本要素。

磷

钾有助于植物新陈代谢、水分调节/抵
御干旱，提升抗病能力和植株健康。

钾

硫是蛋白质的基本组成元素（例如酶）
，可促进产量，提高谷物蛋白含量。

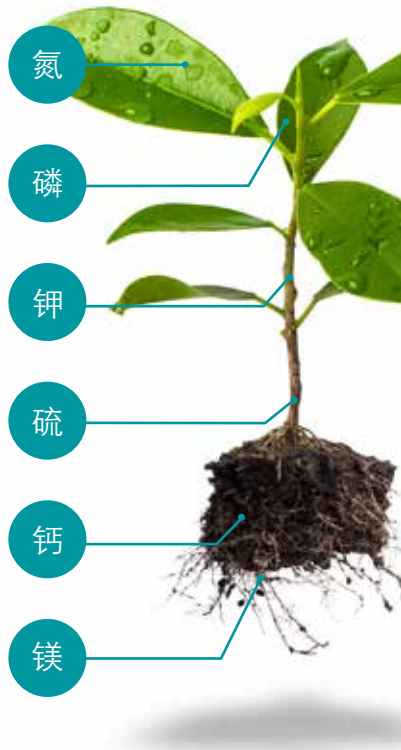
硫

钙对于细胞壁的结构与完整
以及根细胞壁的养分运输至
关重要。

钙

镁是许多酶的辅酶因子，同时是
叶绿素的重要组成元素。

镁





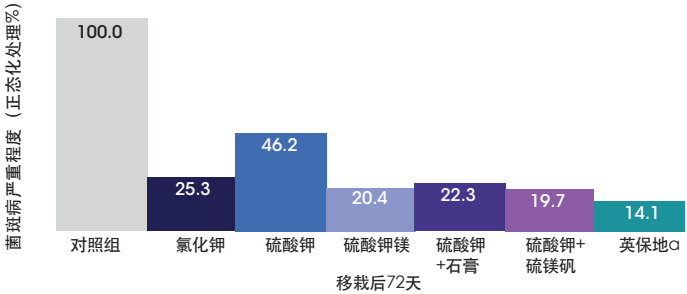
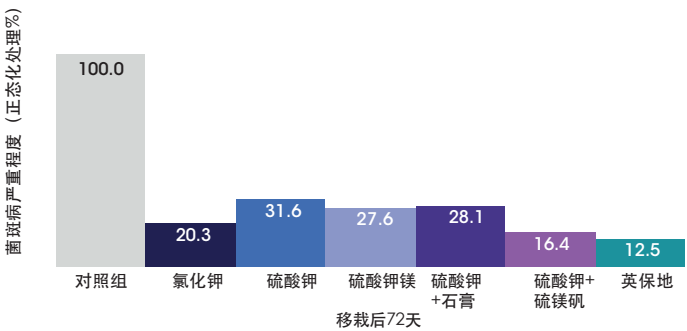
我们评估了英保地对黄单胞菌引起的番茄菌斑病的效果。这种病原菌在许多主要的番茄生产国都是影响番茄产量与品质的因素。

我们与佛罗里达大学合作开展了此次试验¹⁰³，在试验的第二年，我们在试验开始时就将肥料施入土壤中。移栽后第53天和第67天对植株接种病菌悬浊液。移栽后第64天和第98天对病害严重程度和植株高度进行评估。试验使用了多种肥源，以施用各种钾、硫、镁和/或钙的组合¹⁰⁴⁻¹⁰⁶。

在本次氮磷钾平衡试验中，我们观察到：

- 施钾可显著降低菌斑病的严重程度；
- 英保地提供钾、硫、镁和钙，可确保最大程度减少感染。

菌斑病严重程度

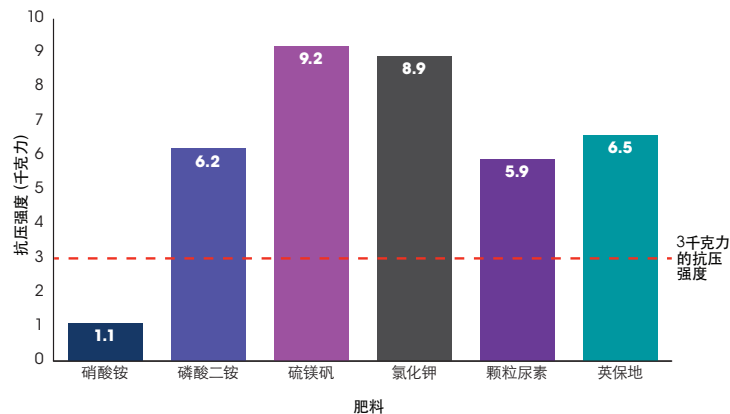


抗压强度

肥料的抗压强度决定其是否适合用农业机械撒施。为确保肥料在运输和撒施过程中能够承受应力，建议抗压强度大于3千克力¹⁰⁷。

试验表明，英保地的抗压强度为6.5千克力¹⁰⁸，对于装卸、分销和田间施用来说非常理想。该强度意味着英保地可使用旋转器以高达900转/分钟的速度撒施，也可以使用宽幅撒肥机撒施。

英保地和其他肥料的抗压强度



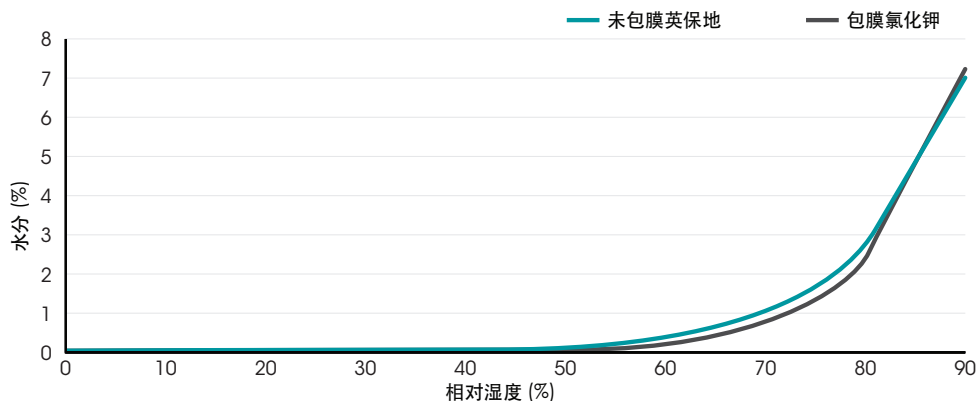
临界相对湿度

肥料的临界相对湿度是某一相对湿度值，空气湿度高于该值时，肥料会吸收水分，空气湿度低于该值时，肥料不会吸收水分。吸水会对结块倾向产生不利影响，导致装卸和撒施困难。

确定临界相对湿度的典型曲线如下图所示，该图对未包膜英保地与包膜氯化钾进行了对比。据报告，磷酸一铵、磷酸二铵、氯化钾和尿素的临界相对湿度值为70%，而掺混肥的临界相对湿度值较低，接近55%¹⁰⁹。

未包膜英保地的临界相对湿度值为70%。这与氯化钾 (72%) 等其他替代产品的临界相对湿度值接近，这可以让掺混肥厂商和种植户对产品的贮存期限有信心。

25° C温度下测得的未包膜英保地和包膜氯化钾的水分含量与相对湿度图¹¹⁰





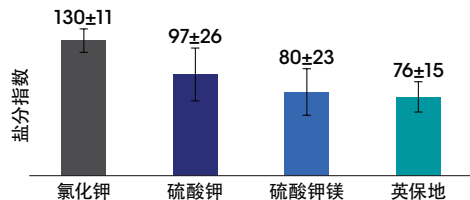
盐分指数

大多数肥料为含有大量和微量营养元素的盐类，肥料加入土壤时会导致土壤溶液的渗透压升高。不同肥料对渗透压的影响和对作物的潜在伤害有所不同。与标准参照物料硝酸钠相比得出的比率称为盐分指数¹¹¹。

Jackson (1958) 方法¹²⁵是当前的行业标准，我们使用该方法评估各种钾肥。七家独立实验室的试验结果表明，英保地的盐分指数低于氯化钾、硫酸钾和硫酸钾镁¹¹²。

英保地相对较低的盐分指数有利于植物吸收土壤溶液中的水分和养分。

采用 Jackson (1958) 方法测量的氯化钾、硫酸钾、硫酸钾镁和英保地的盐分指数的 $\pm$ 标准差¹¹³



撒肥机测试

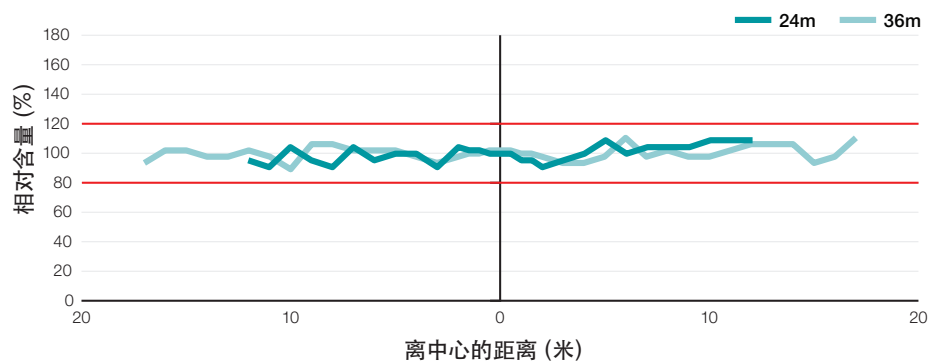
肥料通常用机械撒肥机施到田间，以便确保所需的养分均匀分布。无效撒施会导致施肥不均，导致部分作物养分缺乏，进而导致降低农户收入。

本次试验用撒肥机¹¹⁴对英保地颗粒进行测试，撒施宽度设为肥料施用的常用距离24米和36米。撒施的均匀程度以变异系数 (CV) 表示。如果变异系数超过20%，作物内会出现条带。因此，撒施不均会导致产量损失和需要矫正措施，从而增加作物生产成本。

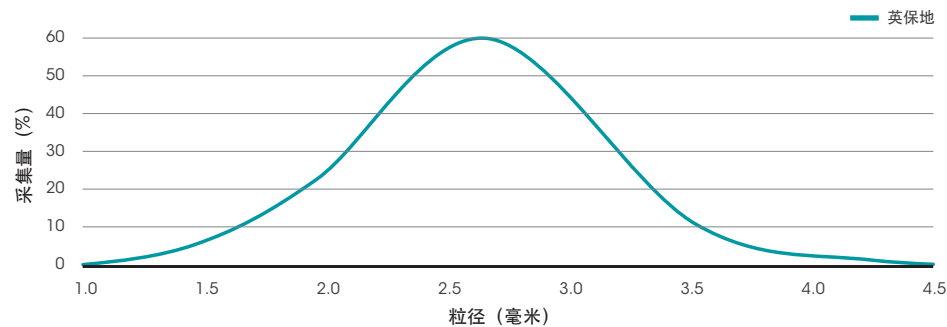
变异系数越低，意味着肥料分布越均匀。英保地的撒肥机测试试验结果在20%的容许限内，例如，粒径为3毫米的颗粒的变异系数为5.52%。英保地优异的撒播性能可降低额外开支的风险。

均匀的粒径对于肥料的实际运用、优化撒施和预防袋内和掺混肥内分离也很重要。英保地颗粒生产有更加严格的分级模式，使颗粒直径介于2至4毫米。粒径的一致性对肥料撒施和满足客户所需规格非常重要。

撒施宽度24米和36米情况下英保地颗粒的撒施效果¹¹⁴



粒径分布¹¹⁵

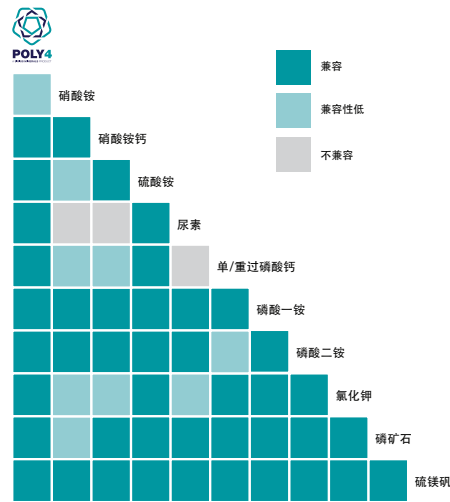


在掺混肥中的兼容性

由于许多肥料以掺混肥的形式出售，因此英保地的兼容性非常重要。受空气湿度、颗粒形状和粒径、成分、贮存期限、温度及压力的影响，不兼容的产品通常会导致结块。

掺混肥料时需要考虑所有成分之间的兼容性，以避免结块和确保安全。国际肥料发展中心 (IFDC) 是一家知名的专业机构。该中心使用各种可能的肥料组合，对英保地进行了大量测试，以确定其掺混兼容性¹¹⁶。

该测试持续了较长时间，以模仿工业条件¹¹⁷。试验将材料组合并混合，使总样本 (100克) 占容量为200毫升玻璃瓶的三分之二。然后盖紧瓶盖，将其置于30° C 的通风烘箱内放置30天。每天查看混合物/批量混合物是否有不兼容的现象。对所试材料的化学分析是按照官方化学分析师协会 (AOAC) 的方法进行的。



目测法	兼容性评级
干燥、自由流动	兼容
潮湿、自由流动	兼容
潮湿、非自由流动	兼容性低
湿润、非自由流动	不兼容

测试开始后¹¹⁸，所有混合物在测试期间仍能自由流动。这些结果表明，英保地是一种可兼容的氮磷钾掺混肥配料。

在复合肥中添加英保地

掺混肥的潜在贮存期限可以通过加速结块测试进行估计¹¹⁹。将英保地加入蒸汽制粒的氮磷钾复合肥中可减少结块并提高抗结块性能，这是使用小袋技术测试得出的。结果表明，将英保地加入复合肥中能够延长贮存期限，是掺混肥厂商和种植户的理想选择。

测试的材料¹²⁰

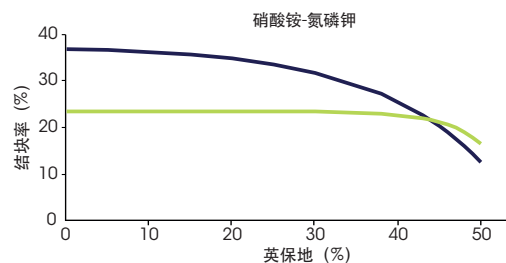
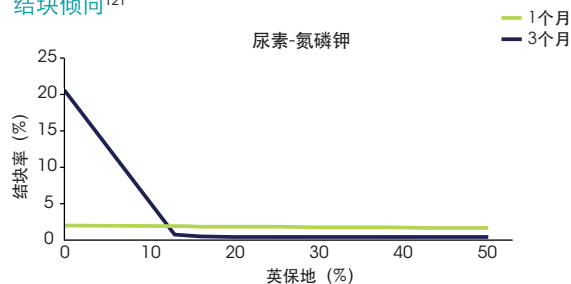
方案1：尿素-磷酸二铵-氯化钾-英保地

营养比例	级别	材料（克）			
		尿素	磷酸二铵	氯化钾	英保地
2:1:1	26.5-13.3-14.4	46.3	29.7	23.9	0.00
	24.2-11.9-12.0	42.6	26.4	16.7	14.2
	19.3-9.8-10.0	33.5	21.7	8.6	36.1
	16.5-8.2-8.3	28.8	18.2	2.4	50.7

方案2：硝酸铵-磷酸二铵-氯化钾-英保地

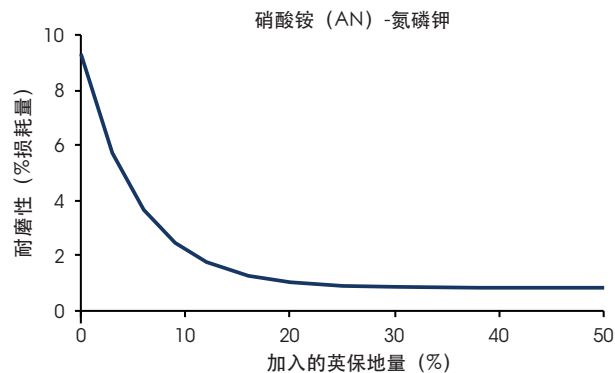
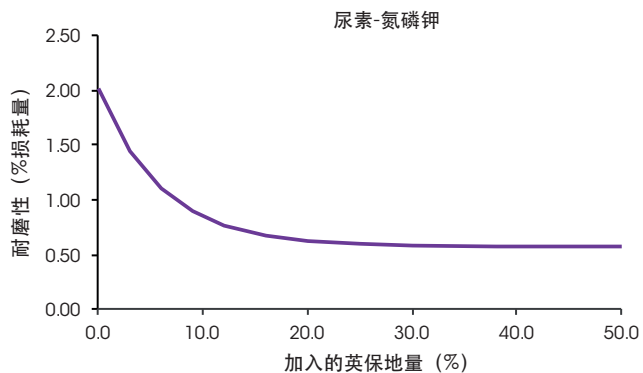
营养比例	级别	材料（克）			
		硝酸铵	磷酸二铵	氯化钾	英保地
1:1:1	19.0-16.3-15.8	37.4	36.1	26.4	0.00
	17.0-16.0-17.5	31.8	35.6	28	4.8
	14.1-14.5-14.0	24.8	32.3	17.7	25.3
	10.5-9.8-10.8	19.8	21.8	6.3	52.1

结块倾向¹²¹



耐磨性

在装卸时和在农场使用产品时，耐磨性非常重要。减少肥料损耗可提高撒施性能，同时提高农场经济收益。将英保地加入蒸汽制粒的尿素和硝酸铵-氮磷钾复合肥能将磨损程度降低至接近零¹²²。

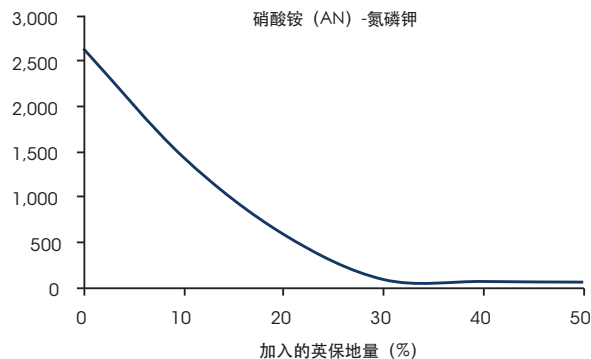
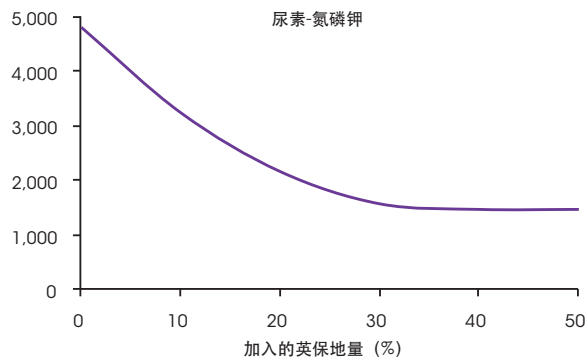


低粉尘倾向

产生粉尘的肥料会为肥料装卸带来困难，对生产商、掺混肥厂商和客户不利。粉尘会造成吸入安全风险，并导致装卸困难。粉尘颗粒的表面积越大，就越容易吸潮，从而增加结块倾向，缩短保存期限。

英保地能很好地减少蒸汽制粒的氮磷钾复合肥中的粉尘。对于蒸汽-水制粒的尿素-氮磷钾复合肥，加入50%左右的英保地可使粉尘量减少82%。对于蒸汽-水制粒的硝酸铵-氮磷钾复合肥，英保地可以使粉尘量减少24%^{123, 124}。

产品的粉尘量 (毫克/千克)^{123,124}



可持续性

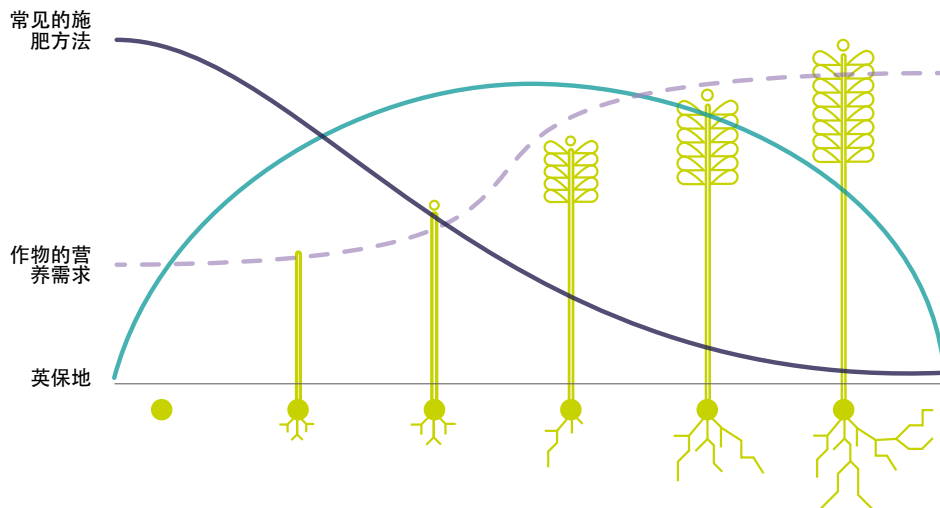


养分输送

想要种植健康的作物和维持作物产量与质量，首先需要营养丰富的土壤。由于英保地可提供六种大量营养元素中的四种（钾、硫、镁和钙），含有英保地的肥料方案施肥效果更佳 - 农户只需使用一种产品，即可提高产量和作物品质，同时改善土壤结构。

英保地是一种天然形成的低氯多养分肥料，并通过有机认证。它的养分可利用期长，更加符合作物的养分吸收需求。英保地产品使用方便，并能提高一般大田作物和经济作物的品质。

将英保地作为养分来源可以帮助提高作物品质，对农户来说更加高效和有效，同时它还可以带来附加价值，有望增加经济收益。

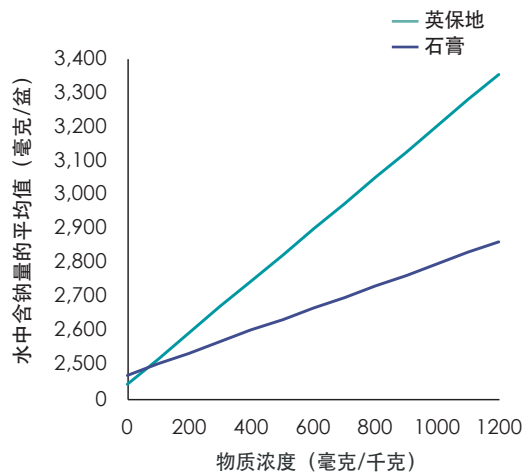


钙在土壤中的作用

具有高含量可交换钠 (Na) 的土壤称为钠质土, 这种土壤会阻碍作物生长。钠吸收率 (SAR) 超过15的土壤被定义为钠质土。这一比率是指钠离子量与镁和钙离子量之和的比值。在这些条件下, 由于黏土颗粒被钠分散开, 所以土壤的结构和排水性差。这样的土壤还会形成坚硬的壳。此外, 由于盐度高, 作物在这种土壤中很难吸收水分和获取养分。

钙通常以石灰或石膏的形式施入土壤, 用以修复钠质土, 因为钙离子会置换出土壤中可交换位置的钠。再加上充分的水分 (降雨或灌溉) 除钠, 钠质土可以修复成为有用的耕地。在中国的一次温室试验¹²⁵中, 在施用重量相同的情况下, 英保地从土壤系统中移除的钠多于石膏。

土壤中钠的累计总量

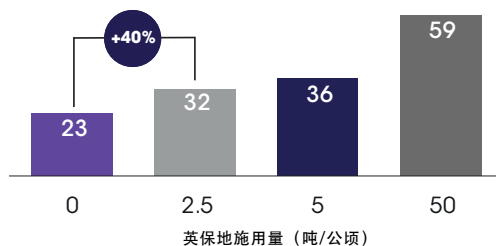




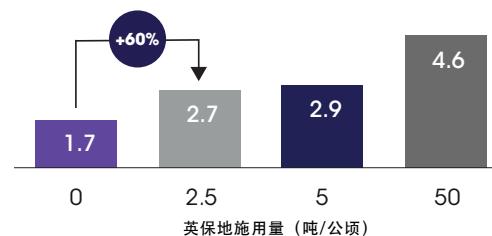
土壤侵蚀导致养分浪费，并引起更大范围的水环境污染。在欧洲，有1.15亿公顷的土壤受到水力侵蚀影响，每年共流失9.7亿吨。总面积中有10.5%受到最严重侵蚀的影响，每年损失12.6亿欧元¹²⁶。

英保地中的钙有助于提高土壤的抗拉强度和压缩回弹力¹²⁷。较高的抗拉强度可以防止土壤流失，压缩回弹力可以维持土壤的多孔结构，使水可以排入土壤中而不是流走。

土壤抗拉强度 (千帕)



土壤的压缩回弹力 (杨氏模量兆帕)¹²⁸



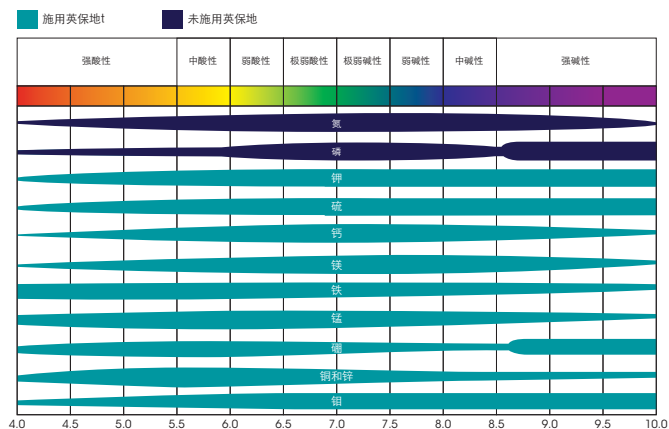


土壤pH值

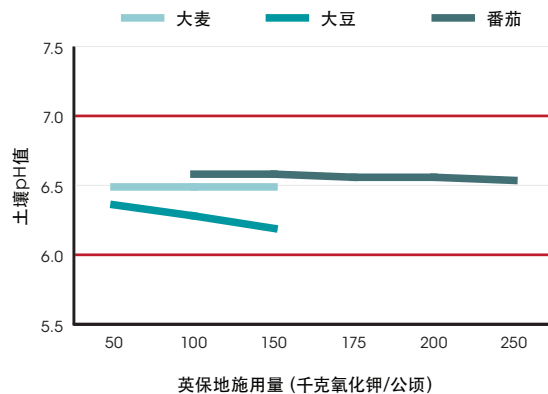
将土壤pH值维持在适合的范围内对于促进养分有效性和作物生长非常重要。英保地不影响土壤pH值水平，除非存在可以将硫酸盐还原成硫元素的还原条件或土壤中含有高浓度的铝。铝可与阳离子进行交换，并且在进入土壤溶液之后发生影响pH值的化学反应。

试验结果显示英保地在各种氧化钾施用量下均不影响土壤pH值；所有土壤pH值与未施肥时的土壤相比均无明显不同。

土壤对养分有效性的影响¹²⁹



作物试验后水浸提的土壤pH值¹³⁰

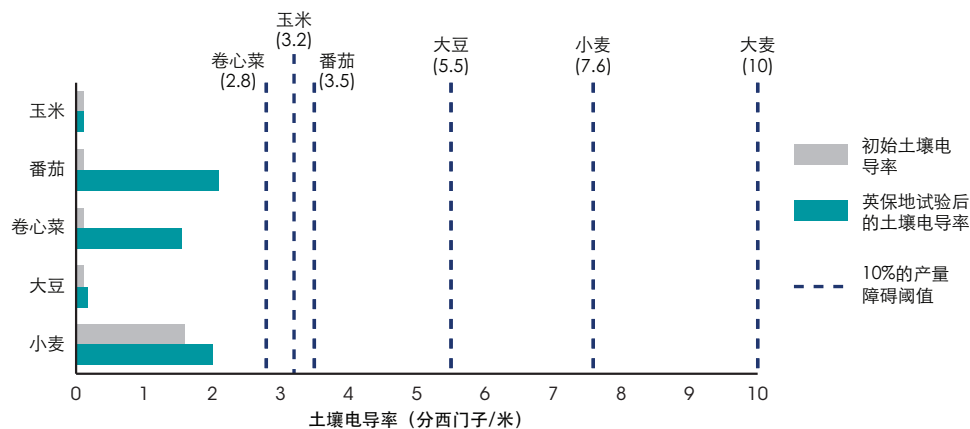


土壤电导率 (EC)

肥料为可溶性盐类，可增加土壤水中盐分浓度，进而提高土壤电导率。研究显示，英保地和其他肥料都会使土壤电导率提高（在较高施用量的情形下于作物收获后测得），但是这种提高在任何情况下都不足以对作物造成损害。

我们对一系列对盐敏感的作物进行了研究^{131,132}，以评估英保地对土壤电导率的影响。研究表明，即使采用较高的氧化钾施用量，土壤电导率依然处在各种敏感作物的耐受水平范围内。

英保地对土壤电导率的影响



碳排放量低

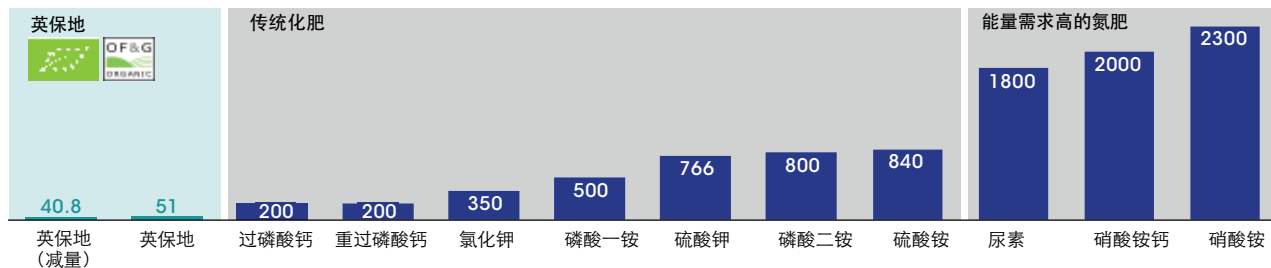
随着世界人口的增长、城市化和工业化，人均耕地面积正在减少，这就要求单位面积耕地能够生产更多粮食，进而需要更多的植物养分。肥料是确保农业产量和解决未来食物供需不平衡问题的基本措施之一。

但是施肥被视为是温室气体的重要来源。随着肥料施用量增加，我们越来越需要提高所施肥料的利用效率和采用产生温室气体量较低的肥料品种。

英保地的二氧化碳排放量低，比大部分肥料产品和钾肥都更环保。这是由于可持续的英保地生产方式。英保地生产所产生的二氧化碳仅是硫酸钾的7%和氯化钾的15%。

例如，我们与美国弗吉尼亚理工学院进行的为期三年的棉花试验¹³³表明，与氯化钾平衡施肥方案相比，在肥料方案中使用英保地可以使产量增加18%（见本手册第23页），同时二氧化碳排放量降低大约51%。这些结果表明，英保地可实现经济和环境可持续性。

英保地的二氧化碳排放量与其他肥料之间的对比¹³⁴（千克/吨肥料）



氯含量低

土壤溶液中的氯以氯离子的形式被植物吸收。氯在光合作用、渗透压调节和抑制植物病害方面发挥着重要作用。氯通常与最常用的钾肥氯化钾联合施用，氯化钾中的氯含量为48%。

但是高浓度的氯会对作物造成毒害，从而降低产量。氯的毒害还会导致对氯敏感的作物落叶和死亡。

有些作物需要大量钾肥，才能在经济上获得最高产量，然而伴随钾施入土壤的氯却对作物生长不利。葡萄和柑橘类作物对氯毒性敏感 - 氯元素会在叶内聚集，树叶可能会枯黄并在寒冷时容易掉落。

研究¹³⁵表明，英保地作为一种低氯杂卤石肥料，能够提高对氯敏感作物的质量和产量。例如，氯化钾中的氯会降低马铃薯块茎的干物质含量。干物质是衡量马铃薯品质的重要指标，尤其是在炸薯条时。当英保地作为钾源部分或完全替代氯化钾时，它可以增加干物质含量，提高马铃薯的品质。

马铃薯比重 (%干物质)

试验地点：美国明尼苏达州 (2016年) ¹³⁶

试验组	干物质 (%)
氯化钾+石膏	18
氯化钾+钙+镁+硫	19
氯化钾+英保地 (50:50)	19
英保地	20

常见问题



英保地——营养成分

题： 什么是英保地？

回答： 英保地是天星钾肥产品的商标名称，该产品由天然矿物杂卤石制成。英保地包含所有植物生长需要的六大关键常量营养素中的四种：钾、硫、锰和钙。其化学份子式为： $K_2SO_4MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 。

题： 英保地具体营养含量是多少？

回答： 英保地四大常量营养元素含量分别为：氧化钾（14%）、氧化钙（17%）、氧化镁（6%）和硫（19%），数据基于矿体中90%的杂卤石含量。

题： 为什么英保地声明的营养含量不能达到100%？

回答： 声明的含量基于矿体中90%的杂卤石含量。剩余的10%是硬石膏、菱镁矿、硫酸镁石、六水石、硅藻土、石膏、石盐、云母和同生石。

某种肥料的标签声明分析是其养分的最小含量。含量通常以重量百分比表示。养分值以单位表示，以便公平比较不同肥料之间的养分含量。

纯杂卤石中元素钾、钙、镁、硫、氢和氧成份分别是12.9、13.3、4、21.2、0.7和47.8。

题： 杂卤石平均等级90%代表什么意思？

回答： 英保地是由地下天然矿物杂卤石制成。经过广泛的测试表明，我们产品的典型成分是90%的杂卤石。

题：为何英保地中含有的钾 (K) 对作物有益？

回答：钾在以下方面发挥了关键作用：激活各种酶；维持最佳细胞pH值；影响光合作用，输送糖份、营养物质和水分；合成蛋白质和淀粉；提高作物质量。

题：为何英保地中含有的镁 (Mg) 对作物有益？

回答：镁增强广谱营养摄取，是叶绿素的组成部分，因此影响光合作用；对影响呼吸的能量转移反应至关重要。

题：为何英保地中含有的钙 (Ca) 对作物有益？

回答：钙影响氮代谢和钾吸收、细胞延长和分裂、碳水化合物和养分的输送，从而促进根系生长，提高作物质量。

题：为何英保地中含有的硫 (S) 对作物有益？

回答：硫磺是三种氨基酸和辅酶A的组分，因此它影响了蛋白质和脂肪酸的合成；可以保持最佳氮硫比率和蛋白质含量；影响叶绿素和铁氧还蛋白含量，促进亚硝酸盐和硫酸盐的还原，进而影响作物质量。

题：英保地是否含有太多的硫？

回答：英保地以硫酸盐的形式提供硫，使其可供作物吸收。我们的作物试验表明，所提供的硫可提高作物产量和质量。此外，试验还表明施用英保地后会在土壤遗留一定的养分，这些养分可以为下季作物提供硫。硫酸盐是一种作物养分，对环境没有有毒影响，对土壤或作物本身也不会产生有害影响。



题： 英保地中的微量营养素有什么好处？

回答： 英保地含有八种微量营养素：

- 硼 (B)：细胞分裂和碳水化合物代谢调节；
- 铜 (Cu)：对于花粉管生产、细胞壁结构和功能、光合作用呼吸和途径具有重要的意义；
- 铁 (Fe)：一系列细胞氧化还原反应的重要辅助因子；是线粒体和叶绿体能量转移代谢途径中的重要元素；
- 锰 (Mn)：硝酸盐还原的必需元素，并参与调整光合酶；
- 钼 (Mo)：是酶的主要辅助因子，酶将硝酸盐转化为氨基酸，将无机磷转化为有机磷；
- 硒 (Se)：防止各种非生物胁迫，如寒冷、干旱、干燥和金属胁迫；
- 锶 (Sr)：补充钙摄取；
- 锌 (Zn)：是参与光合作用、糖和蛋白质形成、DNA合成和基因调控的酶的组成成分。

题： 英保地中的钠和氯化物含量是多少？

回答： 我们的规格规定典型石盐含量3.07%，钠含量1.2%，氯化物平均含量1.9%。

题： 英保地中重金属含量是多少？

回答： 英保地不含重金属。它是含有有益元素如硼、钴、硒、锶、铜、铁、锰、钼、锌和钠的天然材料。测试结果显示，英保地中未检出铝、钒、钨、铍和银。

英保地——养分输送

题：英保地中输送的常量营养素是什么形式？

回答：杂卤石为结晶结构，在溶液中，阳离子是 K^+ 、 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} ，而阴离子是 SO_4^{2-} 。硫的形式是阴离子 SO_4^{2-} ，适合作物吸收。英保地中所有营养素均可立即供作物根部吸收。

题：英保地养分释放模式是什么？

回答：为保持作物产量和质量，土壤需要维持最低水平的营养状态。我们的农艺试验数据显示，英保地的养分（钾、镁、钙和硫）可以在更长时间内保持有效，更符合作物对养分吸收的需求。

题：颗粒、微粒、粉末或粉碎状英保地是否有养分方面的差异？

回答：所有形式的英保地都遵守相同的最低养分含量标准。

题：是否有硫酸钙（石膏）沉淀而导致作物吸收不到养分的风险？

回答：英保地和石膏都含有硫酸钙和硫酸盐，但英保地成分中仅27%与石膏相同。

我们的试验结果显示钙（Ca）和硫（S）对土壤结构和作物营养具有重要的价值。数据还表明英保地通常提高了钙（Ca）和硫（S）的吸收。

英保地的溶解度大约是石膏的5倍。如果按作物适宜的比率，并在正常土壤条件下施用英保地，则不会发生沉淀。



题： 由于英保地将钙输送到土壤中，是否存在产生磷酸钙并因此使作物养分磷固定的风险？

回答： 重复的田间试验表明不会产生作物吸收不到磷的状况。相反，我们的作物试验结果显示可以改善养分摄取。

英保地——特征

题： 英保地颗粒的抗压强度是多少？

回答： 英保地颗粒的最小抗压强度为6.5公斤力。

题： 英保地的临界相对湿度是多少？

回答： 临界相对湿度 (CRH) 是周围空气的相对湿度值。相对湿度高于该值时，肥料将吸收水分；低于该值时，肥料不会吸收水分。这对于防止肥料结块而变得难以处理或使用非常重要。未包膜英保地的临界相对湿度值为70%。这与其他替代产品（如氯化钾（72%））相似。

题： 英保地可溶性如何？

回答： 英保地在25° C下溶解度为27 g L⁻¹。有了这种溶解度，英保地可以按商业要求的比率有效地提供氯化钾、氧化镁、氧化钙和硫。

由于英保地是矿物质，溶解的同时会释放养分。溶解速率表示固体肥料转移进溶液的特性。这一速率主要物理参数的控制，而该物理参数由获得专利的制粒工艺控制。得到的溶解速率有利于在整个生长期提供支持作物生长的养分。

英保地——可持续性

题： 英保地与其他形式的钾肥有什么区别？

回答： 钾肥是各种含钾矿物和工业产品的通用名称，包括氯化钾 (K_2O)、硫酸钾 (K_2SO_4) 和杂卤石 ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2(H_2O)$)。英保地不同于大多数钾肥的地方在于英保地是由不含经化学处理的天然矿物制成的。这使英保地能够通过有机认证，并维持其微量营养成分。此外，英保地具有低氯性，这也是它与氯化钾 (KCl) 的主要区别。

题： 英保地的盐分指数是多少？

回答： 来自七个独立实验室的（使用现代Jackson方法）结果显示，英保地的盐分指数为76，低于氯化钾130、硫酸钾97和硫酸钾镁80。

题： 英保地是否影响土壤环境，尤其是在硫酸盐含量极高的情况下，是否影响土壤环境？

回答： 历史研究表明，钙和镁等养分对土壤的物理和化学特性特别有益。英保地中含有这些营养成分意味着土壤环境不仅可以在一季甚至在更长时间内受益。

英保地以硫酸盐形式输送硫。这种可溶性阳离子不会积聚在土壤中，但会随着水分渗漏而排出。环境风险独立评估结果显示英保地不会影响环境。



题： 英保地中性pH值是否重要？

回答： 英保地是一种pH值为中性的肥料，无论施用量如何，都不会影响土壤的pH值。使用英保地作为肥料计划的一个组成部分可以降低其他养分源如硫酸铵的酸化效果。

题： 英保地可用于有机农业吗？

回答： 可以。英保地由天然矿物制成，并根据英国土壤协会和有机农业与种植业者认证机构的规定，通过有机系统使用认证。由土壤协会和有机农业与种植业者认证机构认证的农场在使用英保地之前不必要提前获得批准。但是，使用英保地需要农场提供具体的理由，此理由在审计时可以得到验证。

英保地——处理和使用

题： 如何处理英保地？

回答： 测试结果表明，英保地在整个制造、处理和装载过程中具有足够的抗压强度（6.5公斤力）。我们的产品质量上乘，临界相对湿度70%，不易结块，并且和其他氮磷钾掺混肥兼容。即使在供应链末端购买英保地颗粒产品，我们也保证有较长的保质期，并且适合宽达36米的机械撒铺。

题： 英保地是否易燃？

回答： 不易燃。和化学制成的氮肥（例如尿素或硝酸铵）不同，英保地不使用化学合成材料制造。由于英保地由天然材料生产而成，基本上不会引发火灾。

题：英保地是否可与其他肥料混合使用？它适合大多数施用氮磷钾掺混肥的作物吗？

回答：独立供应商已经证明，英保地不论在物理上还是在化学上都能够兼容，可作为干混料、压缩和蒸汽造粒氮磷钾掺混肥的成分，与尿素、磷酸二铵、磷酸岩、硝酸铵和氯化钾一起使用。重要的是，英保地混合肥料可以满足行业保质期预期。

IFDC测试证明了英保地在干混、复合、复合/混合氮磷钾掺混肥产品中的兼容性。英保地中含有高浓度养分，是将标准氮磷钾掺混肥转化为NPK+混合肥的理想原料。

题：英保地对我们的机器有多大的磨损作用？

回答：矿物加工使用衡量指标是磨损指数（AI）。英保地生产使用的杂卤石其磨损指数为0.002，比大多数常见材料低两个数量级。这是因为杂卤石中基本上不存在石英或二氧化硅/硅酸盐等材料。

题：我是否需要以四倍数量的氯化钾比例来使用英保地？

回答：我们建议由合格顾问为农民朋友提供施肥计划。兼顾农业和成本的解决方案可最大限度地提高施肥计划中各成分的价值，无论是直接成分还是复混或复合肥。

氯化钾（MOP）是氧化钾额定含量60%的单一养分源，而英保地是一种多养分源肥料，含14%的氧化钾、17%的氧化钙，6%的氧化镁和19%的硫。

经过全球广泛的测试证明，在英保地直接应用和混合肥料中减少钾的使用，可以获得更好的结果。作物施肥计划不仅要提供钾（氯化钾），还要提供其他常量营养元素，如镁和硫。因此，英保地和氯化钾之间作比较并不公平。在此情况下，两种计划所需肥料的重量差别不大。



题： 可以在24米和36米的播幅施用英保地吗？

回答： 应用一致性以变异系数（CV）表示。变异系数较低意味着肥料分布更均匀。如果变异系数超过20%，在作物产生肥料重叠。不均匀撒播不但造成产量损失，而且需要采取纠正措施，增加了作物的生产成本。

撒肥机测试表明，英保地可在24米和36米的宽度撒播。根据测试结果，变异系数在4.4-5.8%范围内。

英保地——农艺试验

题： 是否有任何独立的作物试验结果在学术期刊或论文中发表，以支持天星的结果？

回答： 截至2018年4月，天星钾肥赞助的农艺研究发表在三个科学期刊（国际学者期刊、粉末技术和HortScience），目前还有一份农艺论文正在出版中。

过去很多杂卤石肥料评估论文（Terelak, 1975, 1974; Panitkin, 1967; Marchesi Sociats, 1948; Lepeshkov and Shaposhnikova, 1958; Boratynski and Turyna, 1971; Fraps and Schmidt, 1932; Simrnova, 1965; Mercik, 1981）证明，在各种重要作物中，相比钾肥，使用杂卤石取得的效果相同甚至更佳。

粒状杂卤石也被证明是一种有效的缓释钾肥，可有效促进黑麦草在较长生长期对钾的吸收（Mercik, 1981年）。杂卤石也增加了硫的吸收（Mercik, 1981年），而欧洲（EEA, 2012年）和其他地区作物日益缺乏硫源养分。此外，对于缺镁土壤，杂卤石完全能够提供镁，以提高马铃薯、甜菜（Panitkin, 1967年）、荞麦（Boguszewski等, 1968年）等作物产量。在美国进行的进一步评估（Barbarick, 1989年和1991年），证实了与标准肥料相比，英保地可获得相同或更高的作物产量和养分吸收。因此，杂卤石是良好的钾、钙、镁和硫源肥料。

大量独立数据也证明了英保地令人振奋的潜力。此工作侧重于作物的农业效益（Pavuluri等, 2017年; Sutradher等, 2016年; da Costa Mello等, 2018年）和英保地作为一种商业肥料的物理特性上（Albadarin等, 2017年）。

注意：我们可应要求提供出版物详细参考。

题：英保地作物试验评估结果的可信度如何？

回答：英保地试验是与独立研究机构合作开展的，这些机构拥有内部专业人员，并具有广泛的相关经验。目前，我们与超过100家领先的农业大学、研究机构和商业伙伴合作开展试验。

题：为什么农民朋友要使用英保地？它的养分含量低吗？

回答：英保地是一种天然形成的低氯多养分肥料，并通过有机认证。英保地包含所有植物生长需要的六大营养素中的四种（钾、硫、镁和钙），以及多种宝贵的微量营养素。我们的产品营养成分（氧化钾14%、氧化钙17%、氧化镁6%和硫19%）总计56%，可以媲美氯化钾60%、硝酸钾57%、硫酸钾67%、硅藻土45%、石膏55%。英保地是一种高效肥料，仅使用一种简单的产品，农民朋友即可实现大幅增产、提高质量并改善土壤结构。

注意：我们可应要求提供出版物详细参考。



英保地——市场机会

题： 英保地的市场潜力如何？

回答： 英保地具有巨大的市场潜力。其市场机会规模包含三大关键领域——作为现有产品的替代品，满足高价值产品未被满足的市场需求和提供最佳性能。

产品替代：英保地具有独特的多营养成分，可作为现有各种化肥产品的替代品。此外，农场对多养分肥料的需求仍在持续增长。

未满足的市场需求：对平衡施肥和无氯钾源的需求很大：总钾消耗量的32%用于对氯敏感的作物，但是无氯钾源的供应量仅仅为9%。对英保地关键特性（例如其对氯敏感作物的适用性以及解决硫和镁土壤缺陷的能力）的需求日益增长。

产品性能：英保地是一种优质产品：经过我们的研发项目收集的数据证明，英保地可以增加大田和高价值作物的产量，提高作物质量和健康，改善土壤结构。多养分肥料的需求量持续增长，随着英保地的效果得到更广泛的验证，预计其吸引溢价的能力也会增强。

题： 公司签订的合同是否为有效合同？

回答： 天星钾肥已与东南亚、北美洲、中美洲和中国的领先商业机构签署了主要承购协议。公司已经在化肥和动物饲料市场上达成超过440万吨/年的英保地照付不议承购协议。

通过与值得信赖的公司签订五到十年的协议，公司证明了其在肥料市场上的商业价值和竞争力。而业界公司通过这些长期有约束力的承诺，尽早采用英保地，也体现了该产品的价值。

题：公司净回值和市场价格是否有误导性？

回答：天星钾肥是一家上市公司。天星钾肥在伦敦证券交易所主板上市，并被加入FTSE250指数。在伦敦证券交易所主板上市以及在主板市场交易，公司需要根据金融行为监管局（FCA）招股说明书规则发布招股说明书。招股说明书已获金融行为监管局批准并向公众发布。

此招股说明书（二零一七年四月）及为第一轮融资（二零一六年十一月）编制的招股说明书提供的全部资料，包括市价，已通过金融行为监管局和Allen & Overly LLP验证。

产品定价基于的定价方法与独立行业专家所报的市场价格挂钩，这种方法透明度高，是大家公认的化肥价格的基础。

题：英保地进入市场的运费是否已经包含在内？

回答：是的。我们的产品运输到装运港的报价，加上装载成本，是根据各种现有协议和合同，以成本加运费至（CFR）蒂赛德港或蒂赛德港船上交货（FOB）为基础的。

题：如果将英保地纳入施肥计划，是否会增加成本？

回答：在提供养分方面，英保地具有较低的应用成本。我们的许多试验证明了与现有肥料相比，英保地中养分的价值。例如，根据我们与明尼苏达大学合作开展的玉米试验（以75:25的氯化钾比例作为钾和硫源），结果显示，相比使用氯化钾，使用氯化钾+英保地每公顷可额外获利247美元，同时改善作物质量，产量提高达15%。对于部分作物，如茶叶，如果英保地应用能满足所有钾源需求，可以显现出英保地的价值，并提升经济效益。收集的数据表明英保地在施肥计划中的巨大价值，而这些计划不需要更多数量的肥料。



题: 掺混肥制造商处理英保地时是否需要安装新的基础设施？

回答: 不需要。根据格林威治大学对我们产品的研究，英保地的处理与其他产品没有区别，掺混肥制造商也不需要安装新的基础设施，以满足机械处理和设施要求。英保地已经在干混、复混和复混/复合处理方面进行了测试，这些测试涵盖了诸如倒入料箱和通过系统等流程。

经证明，英保地可在与其他普通肥料类似的条件下进行有效处理和储存。

参考文献

*有关完整的试用结果和参考资料，请访问poly4.com

- 第11页 1) 初始土壤分析的平均值：磷：35毫克/千克、钾124毫克/千克、镁：174毫克/千克、钙：1807毫克/千克、硫25毫克/千克、有机质：16克/千克。数据包含大田作物和高价值作物的试验结果，例如：棉花、马铃薯、茶树、番茄、小麦、大麦、油菜、胡萝卜、洋葱、高粱、牧草、水稻、玉米和西葫芦。
- 第12页 2) 联合国粮农组织统计数据库 (2017)；3) 初始土壤分析的平均值：磷：14毫克/千克、钾：353毫克/千克、镁：643毫克/千克、钙：2350毫克/千克、硫：40毫克/千克、有机质：13.05克/千克、pH (水) 6.7；4) 天星钾肥水稻试验：20000-CAS-20016-15；61000-UARK-61010-17；25000-SOH-25011-16 (4处地点)；19000-SAAS-19017-17；20000-CAS-20010-14；5) 中国科学院南京土壤研究所 (2015) 20000-CAS-20016-15。
- 第13页 6) GENSTAT平均值；7) 所有试验田均施用尿素和磷酸二铵，施用量分别为氮225千克/公顷，五氧化二磷120千克/公顷。初始土壤分析：(0-20厘米)：pH 6.7；磷：22毫克/千克、钾：44毫克/千克、钙：1096毫克/千克、镁214毫克/千克、硫：119毫克/千克、硼：0.08毫克/千克、钼0.92毫克/千克、锌：0.64毫克/千克、电导率：1007微西门子/厘米。
- 第14页 8) 联合国粮农组织 (2016)；9) 美国农业部 (2018)；10) 初始土壤分析的平均值：磷：24毫克/千克、钾：115毫克/千克、镁：216毫克/千克、钙：1077毫克/千克、硫：11毫克/千克、有机质：11.8克/千克、pH (水) 6.8；11) 天星钾肥玉米试验：1000-UOF-1017-14 14000-UMN-14012-15；14000-UMN-14012-15；15000-NDS-15010-14；15000-NDS-15012-15；19000-SAAS-19012-14；25000-SOH-25010-14；27000-MLI-27011-15；27000-MLI-27011-15；48000-UGR-48010-16；48000-UGR-48010-16；8000-WCC-8015-16；14000-UMN-14016-16；14000-UMN-14016-16；12) Fundação MT (2014, 2015, 2016) 5000-FMT-5010-14、5000-FMT-5012-15和5000-FMT-5014-16；13) 美国农业部 (2017)；14) Meredith Agrimedia (2017)。
- 第15页 15) 养分构成：尿素：46:0:0；重过磷酸钙：0:0:46 + 20氧化钙；过磷酸钙：0:0:16 + 11硫 + 28氧化钙；磷酸一铵：11:52:0；氯化钾：0:0:60；英保地：0:0:14 + 19硫 + 6氧化镁 + 17氧化钙；16) 基于2014年、2015年和2016年试验的初始土壤分析的平均值：pH 4.9；磷：1毫克/千克、钾：66毫克/千克、钙：184毫克/千克、镁：325毫克/千克、有效硫：4毫克/千克；17) 所示结果基于平均氧化钾施用量为50千克/公顷下的GENSTAT回归分析数据；18) 产量结果为2014年、2015年和2016年的平均估计值；19) 肥料价格来自CRU，基于以下平均肥料价格：氯化钾 (302美元/吨)、英保地 (200美元/吨)、过磷酸钙 (巴西内陆：229美元/吨)、重过磷酸钙 (354美元/吨)、尿素 (289美元/吨) 和磷酸一铵 (437美元/吨)。分析根据肥料施用量和13.07美元/吨的撒施成本；20) 平均玉米价格 = 162美元/吨；21) 净回报 = 作物产出 - (肥料的材料成本 + 施用成本)。追施68千克氮/公顷的尿素费用计入总成本。养分构成：尿素：46:0:0；重过磷酸钙：0:0:46 + 20氧化钙；过磷酸钙：0:0:16 + 11硫 + 28氧化钙；磷酸一铵：11:52:0；氯化钾：0:0:60；英保地：0:0:14 + 19硫 + 6氧化镁 + 17氧化钙。

- 第16页 22)初始土壤分析的平均值：磷：31毫克/千克；钾：95毫克/千克、镁：156毫克/千克、钙：949毫克/千克、硫：27毫克/千克、有机质：1.6克/千克、pH (水) 6.4；23)天星钾肥大豆试验：1000-UOF-1018-14；11000-LSU-11010-14；14000-UMN-14013-15；14000-UMN-14013-15；48000-UGR-48010-16；48000-UGR-48010-16；0000-TAM-0027-14；0000-TAM-0014-13；14000-UMN-14015-16；14000-UMN-14015-16；11000-LSU-11011-16；1000-UOF-1010-13；11000-LSU-11013-17；24) 美国农业部 (2017)；巴西政府新闻(2017)；25) Fundação MT (2014, 2015, 2016) 5000-FMT-5011-14、5000-FMT-5013-15和5000-FMT-5015-16。
- 第17页 26) 养分构成：重过磷酸钙：0:0:46 + 20氧化钙；过磷酸钙：0:0:16 + 11硫 + 28氧化钙；磷酸一铵：11:52:0；氯化钾：0:0:60；英保地：0:0:14 + 19硫 + 6氧化镁+ 17氧化钙。肥料价格为根据2014年至2016年巴西平均价格计算的CRU价格：氯化钾 (302美元/吨)、英保地 (200美元/吨)、过磷酸钙 (巴西内陆：229美元/吨) 和重过磷酸钙 (354美元/吨)；27) 在0:14:14 和0:18:18的试验中，所有试验组均施90千克氧化钾/公顷的氯化钾和/或英保地，以及90千克五氧化二磷/公顷的过磷酸钙和/或重过磷酸钙。基于2014年试验的初始土壤分析：pH 5.7；磷：28毫克/千克、钾：67毫克/千克、钙：760毫克/千克、镁：324毫克/千克、有效硫：6毫克/千克。28) 所示结果为90千克氧化钾/公顷施用量下的GENSTAT回归分析数据。产量结果为2014年、2015年和2016年试验的平均估计值；29) 肥料价格为根据2014年至2016年巴西平均价格计算的CRU价格：氯化钾 (302美元/吨)、英保地 (200美元/吨)、过磷酸钙 (巴西内陆：229美元/吨) 和重过磷酸钙 (354美元/吨)；30) 分析根据肥料施用量和13.07美元/吨的撒施成本；31) 利润 = 作物产出 - (肥料材料成本 + 施肥成本)。
- 第18页 32)初始土壤分析的平均值：磷：118毫克/千克；钾：118毫克/千克、镁：141毫克/千克、钙：2813毫克/千克、硫：21毫克/千克、有机质：21.3克/千克、pH (水) 6.4；33) 天星钾肥小麦试验：15000-NDS-15013-16；17000-ASA-17010-14；18000-SGS-18010-14；20000-CAS-20010-14；20000-CAS-20010-14；49000-PUL-49010-16；2000-CAS-20016-15；2000-CAS-20018-15；57000-HUT-57010-16；57000-HUT-57010-16；57000-HUT-57010-16；49000-PUL-49010-16；49000-PUL-49010-16；49000-PUL-49010-16；20000-CAS-20018-15；20000-CAS-20016-15；34)初始土壤分析的平均值：磷：32毫克/千克、钾：128毫克/千克、镁：206毫克/千克、钙：1219毫克/千克、硫：23毫克/千克、有机质：15.9克/千克、pH (H₂O) 6.5；35) 天星钾肥大麦试验：8000-WCC-8010-14；8000-WCC-8014-15；65000-TEAG-65011-17；65000-TEAG-65011-17；8000-WCC-8016-16。
- 第19页 36) 联合国粮农组织统计数据库 (2018)；37) Pulawy土壤科学与植物培育研究所(2016) 49000-PUL-49010-16；38) 分别在四处地点进行试验，初始土壤分析如下：Pulki I: pH (水) 6.6、pH (氯化钾) 5.5、磷：116毫克/千克、钾180毫克/千克、镁29毫克/千克、硫4.6毫克/千克；Pulki II: pH (H₂O) 6.8、pH (KCl) 5.9、磷：301毫克/千克、钾：150毫克/千克、镁：59毫克/千克、硫：2.8毫克/千克；Baborówko I: pH (水) 6.3、pH (氯化钾) 6.1、磷：170毫克/千克、钾：104毫克/千克、镁：39毫克/千克、硫：3.8毫克/千克；Baborówko II: pH (水) 6.0、pH (氯化钾) 4.7、磷：87毫克/千克、钾：112毫克/千克、镁：25毫克/千克、硫：4.6毫克/千克；39) 所示结果基于氧化钾施用量为75千克/公顷下的GENSTAT 方差分析数据。
- 第20页 40)初始土壤分析的平均值：磷：27毫克/千克；钾：89毫克/千克、镁：79毫克/千克、钙：513毫克/千克、硫：6毫克/千克、有机质：16.3克/千克、pH (水) 5.8；41) 天星钾肥马铃薯试验：13000-UWI-13010-14；14000-UMN-14010-14；14000-UMN-14011-15；16000-SAC-16010-14；16000-SAC-16011-15；22000-MAC-22010-15；16000-SAC-16012-16；14000-UMN-14014-16；0000-TAM-0010-12；0000-TAM-0010-12；1400-UMN-14017-17；76000-SVPU-76010-17；76000-SVPU-76010-17；42) 2016/17年农业与农民福利部 (印度) 园艺学统计数据；43) Sardar Vallabhbhai 农业大学(2018) 76000-SVPU-76010-17；44) 所示结果基于GENSTAT数据。所有数据均援引氧化钾施用量的平均值；45) 初始土壤分析：Meerut地区：氮：139毫克/千克、磷：19毫克/千克、钾：225毫克/千克、硫：19毫克/千克、有机质：0.39%、土壤pH (H₂O) 8.1。
- 第21页 46) 数据未展示；47) 利润 = 产出 [产量乘以价格]减去肥料成本和撒施成本。价格基于地区农艺师提供的当地价格：尿素 (85美元/吨)、磷酸二铵 (315美元/吨)、氯化钾 (194美元/吨)、蒙脱土 (270美元/吨)、英保地 (200美元/吨)、马铃薯 (75美元/吨)。

- 第22页 48) 弗吉尼亚理工学院(2015) 23000-VIR-23010-15; 49)初始土壤分析的平均值: 磷: 22毫克/千克; 钾: 88毫克/千克、镁: 124毫克/千克、钙: 956毫克/千克、硫: 13毫克/千克、有机质: 14.6克/千克、pH (水) 6.7; 50) 天星钾肥棉花试验: 12000-UGA-12011-14; 23000-VIR-23010-15; 23000-VIR-23014-16; 46000-HUB-46010-16; 46000-HUB-46010-16; 51) USDA (美国农业部, 2017); 52) 弗吉尼亚理工学院(2015, 2016, 2017) 23000-VIR-23010-15; 23000-VIR-23014-16; 23000-VIR-23020-17。
- 第23页 53) 弗吉尼亚理工学院 (2016) 23000-VIR-23014-16; 54) 所示结果基于GENSTAT回归分析。所有试验组均施112千克/公顷的氮、100千克氧化钾/公顷的氯化钾和/或英保地, 以及1.12千克/公顷的硼。氯化钾+英保地试验组的配比为氧化钾50:50。初始土壤分析: 2015年: pH 6.2; 磷: 35毫克/千克、钾: 73毫克/千克、钙: 211毫克/千克、镁: 33毫克/千克; 2016年: pH 5.9; 磷: 23毫克/千克、钾: 18毫克/千克、钙: 345毫克/千克、镁: 40毫克/千克; 2017年: pH 5.95; 磷: 38毫克/千克、钾: 56毫克/千克、钙: 267毫克/千克、镁: 49毫克/千克; 55) 氯化钾+ = 氯化钾 + 硫酸钼 + 石膏。利润 = 产出 (产量乘以价格) 减去肥料成本和撒施成本。价格为2015至2017年的平均价格: 氯化钾 (282美元/吨); 英保地 (200美元/吨); 石膏 (25美元/吨); 硫酸钼 (250美元/吨)。皮棉价格来自联合国粮农组织统计数据库, 是2015年至2016年美国的皮棉平均价格 (1480美元/吨)。
- 第24页 56) Statista, 2006年至2016年的全球茶叶生产 (2017); 57)初始土壤分析的平均值: 磷: 6毫克/千克; 钾: 73毫克/千克、镁: 146毫克/千克、钙: 1600毫克/千克、硫: 126毫克/千克、有机质: 21.8克/千克、pH (水) 5; 58)天星钾肥茶树试验: 19000-SAAS-19011-14两季; 21000-YAU-21014-15两季; 19000-SAAS-19014-15两季; 21000-YAU-21011-14两季; 59) 四川农业科学院土壤肥料研究所(2015) 19000-SAAS-19011-14 和 (2016) 19000-SAAS-19014-15; 60) 联合国粮农组织统计数据库 (2017); 61) 四川农业科学院土壤肥料研究所(2016) 19000-SAAS-19014-15; 62) 所有试验田均施尿素和磷酸二铵, 施用量分别为氮240千克/公顷和五氧化二磷/120千克公顷; 63) GENSTAT平均值。初始土壤分析: pH 4.6, 电导率1380微西门子/厘米, 氮: 102毫克/千克、磷: 7毫克/千克、钾: 57毫克/千克、钙: 1602毫克/千克、镁: 88毫克/千克、硫: 127毫克/千克。
- 第26页 64) 联合国粮农组织统计数据库 (2017); 65)初始土壤分析的平均值: 磷: 87毫克/千克; 钾: 68毫克/千克、镁: 85毫克/千克、钙: 4530毫克/千克 (有限数据)、硫: 37毫克/千克、有机质: 1.1克/千克、pH (水) 6.2; 66) 天星钾肥烟草试验: 1000-UOF-1015-13; 3000-SAU-3012-13; 4000-USP-4011-14; 4000-USP-4016-15; 23000-VIR-23011-15; 27000-MLI-27010-15; 23000-VIR-23015-16; 67)天星钾肥番茄试验: 佛罗里达大学 (2015) 1000-UOF-1021-15; 弗吉尼亚理工学院 (2015) 23000-VIR-23011-15; 68) 所有作物均施尿素和重过磷酸钙, 施用量分别为氮194千克/公顷和五氧化二磷194千克/公顷; 69) GENSTAT回归分析; 70) 感染率由被感染的植物叶冠数确定; 71) $p < 0.001$; 72) 移栽后72天。初始土壤分析: 高度砾质壤土, pH 7.3, 有机质2.4%, 钾: 85毫克/千克; 73) 美国农业部 (2016)。
- 第27页 74) 弗吉尼亚理工学院23000-VIR-23015-16; 75) 营养元素含量: 尿素: 0:0:46; 磷酸二铵: 18:46:0; 氯化钾: 0:0:60 + 48氯离子; 硫酸铵: 21:0:0 + 24硫; 石膏: 0:0:0 + 22硫 + 33氧化钙; 英保地: 0:0:14 + 19硫 + 6 氧化镁 + 17氧化钙+3氯离子; 76) 所示产量结果基于氧化钾施用量为160千克/公顷下的GENSTAT回归分析数据; 77) 氯化钾掺混肥由尿素、磷酸二铵和氯化钾制成; 78)氯化钾+掺混肥由硫酸铵、尿素、磷酸二铵、氯化钾和石膏制成; 79) 英保地掺混肥由尿素、磷酸二铵、氯化钾和英保地制成; 80) 肥料价格取自CRU, 基于美国中西部 (2016年末) 的年均价格: 尿素 (243美元/吨)、硫酸铵 (248美元/吨)、磷酸二铵 (346美元/吨)、氯化钾 (239美元/吨)、英保地 (200美元/吨)、石膏 (25美元/吨); 81) 净回报 = 作物产出 - (肥料材料成本+施肥成本)。番茄价格: 904美元/吨。
- 第29页 82) 法国SGS分析公司(2014年11月), 钾、硫、镁和钙和氮采用95%的置信区间。

- 第30和31页 83) 法国SGS公司(2013); 84) Elam, M., S. Ben-Ari, and H. Megan (1995) 适合灌溉施肥的不同钾源的溶解性; 85) Sohnel, O., and Novotny, P. (1986) 无机物水溶液的浓度。Elsevier, Amsterdam; 86) IUPAC. (2014). IUPAC-NIST 溶解性数据库。见以下网址: <http://srdata.nist.gov/solubility/index.aspx> [于2015年11月获取]; 87) 美国化学协会(2006) 试剂类化学品: 规格与程序: 美国化学协会规格, 2006年1月1日起正式公布。牛津大学出版社。第242页。ISBN- 8412-3945-2; 88) Gangoli, S. (1999) 物质及其效应词典: C. 皇家化学协会。第71页。ISBN 0-85404-813-8。
- 第32页 89) NRM 实验室 (2014, 2015) 36000-NRM-36015-18。
- 第34页 90) 佛罗里达大学1000-UOF-1024-14。根据佛罗里达地区五年的平均降雨量1385毫米/年, 每月加水量等同于该地区两年的降雨量。
- 第36页 91) Glenn J.C., Gordon TJ, Florescu E. - 千年计划: 未来展望报告。联合国协会世界联合会 (2008); 92) 养分/肥料利用效率: 测定、当前状况和趋势, 可持续农业集约化生产的水肥管理, 章节: 第2章, 出版商: 国际肥料行业协会 (IFA)、国际水管理研究所 (IWMI)、国际植物营养研究所 (IPNI) 和国际钾研究所 (IPI) (2015); 93) 初始土壤分析: 磷: 38毫克/千克、钾: 100毫克/千克、镁: 116毫克/千克、钙: 1311毫克/千克、硫: 20毫克/千克、有机质: 19克/千克。32个全球试验 (参考文献可查); 94) 初始土壤分析: 硼: 1.0毫克/千克、锰: 20毫克/千克、锌: 6.0毫克/千克、铜: 5.0毫克/千克、铁: 87毫克/千克。32个全球试验 (参考文献可查)。
- 第37页 95) 初始土壤分析: 磷: 88毫克/千克、钾: 96毫克/千克、镁: 148毫克/千克、钙: 1926 毫克/千克、硫: 13毫克/千克、土壤pH 6.3。肯塔基大学 (2017) 59000-UKY-59010-17; 96) GENSTAT平均值; 97) 除对照组以外, 所有试验组均施180千克/公顷的氧化钾, 肥源为氯化钾、硫酸钾、英保地或前述肥料的组合。
- 第38页 98) 天星钾肥网络广播 (2014年7月); 99) PDA (2018年4月); 100) 立枯丝核菌, 四川农业科学院(2014); 101) 交链孢和黄单胞杆菌, 佛罗里达大学 (2014); 102) GENSTAT平均值。
- 第39页 103) 佛罗里达大学 (2016) 1000-UOF-1021-15; 104); GENSTAT 平均值; 105) 所有作物均施尿素和重过磷酸钙, 施用量为氮194千克/公顷和五氧化二磷194千克/公顷, 同时施用不同的钾肥产品, 施用量为氧化钾200千克/公顷; 106) 初始土壤分析: 高度砾质壤土, pH 7.3, 有机质2.4%, 钾: 85毫克/千克。
- 第40页 107) 联合国肥料手册(1998); 108) 天星钾肥内部测试(2018)和利默里克大学 (2018) 32000-LIM-32013-18。
- 第41页 109) Clayton, W.E. (1984) 影响肥料贮存和装卸的湿度因素。国际肥料发展中心; 110) 利默里克大学(2015)。

- 第42页 111) 肥料导致的渗透压升高与相同重量的硝酸钠导致的渗透压升高的比值乘以100得出的整数叫做“盐分指数”(Rader, L.F., Jr., White, L.M., and Whittaker, C.W. (1943) 盐分指数- 肥料对土壤溶液浓度影响的量度。《土壤科学》第55卷, 第3期, 第201-218页; 112) Jackson W.L. (1958) 土壤化学分析, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ; 113) 盐分指数是2013年Thornton Laboratories公司、Spectrum Analytic Inc.公司、Southern Jestng公司、Midwest Laboratories公司、佛罗里达大学、圣保罗大学和山东农业大学所测结果的平均值; 114) SCS撒肥机与喷洒机测试有限公司 (2013).
- 第43页 115) 结果基于摇筛机分析。Novochem, Papiermolen 5, 3994 DJ Houten, 荷兰 (2016).
- 第44页 116) 国际肥料发展中心 (2017) 66000-IFDC- 60010-17; 117) 国际肥料发展中心批准Walker等人的方法 (1998) 并出版Albadarin等人的发现 (2017); 118) 国际肥料发展中心 (2017) 66000-IFDC- 60010-17。
- 第45页 119) Walker, G.M., Holland, C.R., Ahmad, M.N., Fox, J.N. and Kells, A.G. (1999). 颗粒状肥料在加速结块测试中的结块情况. 《工业与工程化学研究》. 38. 4100-4103; 120) 国际肥料发展中心 (2017) 66000-IFDC-60010-17, 使用RP的制粒厂商不足1%, 所以这里换成磷酸二铵; 121) 根据《确定肥料物理性质的手册》中的程序(IFDC S-106) 确定 (IFDC—R-10)。来源: 国际肥料发展中心(2017) 66000-IFDC-60010-17。
- 第46页 122) 根据《确定肥料物理性质的手册》(IFDC—R-10)中所述的程序(IFDC S-122)确定。来源: 国际肥料发展中心 (2017) 66000-IFDC-60010-17.
- 第47页 123) 根据《确定肥料物理性质的手册》(IFDC—R-10)中所述的程序 (IFDC S-122) 确定; 124) 低: <200, 可产生部分粉尘: 200-500, 高: 500-100, 极高 >2000。来源: 国际肥料发展中心(2017) 66000-IFDC-60010-17.
- 第50页 125) 南京土壤科学 研究所 (2016) 20000-CAS-20020-16.
- 第51页 126) Panagos等 (2018)。欧盟地区因土壤侵蚀导致的农业生产力损失: 从直接成本评估法到使用微观经济模型。《耕地退化与发展》, 第29期, 第471-484页; 127) 阿伯丁大学 (2015) 34000-UOA-34010-15; 128) 杨氏模量是固体材料弹性的量度。
- 第52页 129) Lucas, R.E. and Davis, J.F. (1961). 有机土壤的pH值与12种植物所需营养元素有效性之间的关系。《土壤科学》。92: 177-182; 130) 华威克大学 (2014), 佛罗里达大学(2015)。
- 第53页 131) 玉米氧化钾施用量300千克/公顷, 四川大学 (2014); 番茄氧化钾施用量175千克/公顷, 佛罗里达大学 (2014); 卷心菜氧化钾施用量200千克/公顷, 佛罗里达大学(2013); 大豆氧化钾施用量250千克/公顷, 佛罗里达大学(2013); 小麦氧化钾施用量80千克/公顷, SGS (2015); 132) 联合国粮农组织灌溉与排水文件61. (2002).

第54页 133) 弗吉尼亚理工学院 (2016) 23000-VIR-23014-16; 134) SSP – 过磷酸钙、TSP – 重过磷酸钙、MOP – 氯化钾、SOP – 硫酸钾、MAP – 磷酸一铵、DAP – 磷酸二铵、AS – 硫酸铵、CAN – 硝酸铵钙、AN – 硝酸铵；10%的削减来自可再生能源，10%来自植树抵消；来源：天星钾肥2015，Ricardo-AEA有限公司 2014.

第55页 135) 来源：14000-UMN-14011-15；14000-UMN-14014-16；16000-SAC-16011-15；22000-MAC-22010-15-SOW；23000-VIR-23016-16；26000-TOR-26010-14；136) 明尼苏达大学(2016) 14000-UMN-14014-16；初始土壤分析：pH 6.1、钾：58毫克/千克、镁：123毫克/千克、硫：2毫克/千克、硫：2毫克/千克；GENSTAT平均值；137) SAC (2015) 16000-SAC-16011-15；初始土壤分析：pH 5.9、磷：8毫克/千克、钾：99 毫克/千克、镁：86毫克/千克；GENSTAT平均值。

* 氯化钾 + 英保地 钾 来源供应比率.

创造可持续的未来



poly4.com

commercial@siriusminerals.com

采用可持续且可追踪的原材料制成的纸张印刷

Version: June 2018