

马来西亚食品 体系中的 基因改造作物



TWN
Third World Network



马来西亚食品体系中的 基因改造作物

TWN
Third World Network



马来西亚食品体系中的基因改造作物

2025年出版

第三世界网络

Third World Network Bhd (198701004592 (163262-P)), 131 Jalan Macalister,
10400 Penang, Malaysia

槟城消费人协会

Consumers Association of Penang, 10 Jalan Masjid Negeri, 11600 Jelutong, Penang, Malaysia

大马自然之友

Sahabat Alam Malaysia, 10 Jalan Padang Tembak, 11400 Penang, Malaysia

马来西亚食物主权论坛

Forum Kedaulatan Makanan Malaysia, c/o B-05-03, 3 Two Square, 2 Jalan 19/1,
46300 Petaling Jaya, Selangor, Malaysia

第三世界网络是一家独立、非营利的国际研究与倡议机构，致力于凸显全球南方国家人民的需求、愿景与权利，并推动一个更加公正、平等与生态发展。

槟城消费人协会是一家基层非营利民间社会机构，旨在推广公众对消费者权益的觉知与行动，包括教育、社区动员、研究、倡导、培训与出版工作。

大马自然之友是一家独立的非营利机构，致力于解决大马各地社区的环境问题。

马来西亚粮食主权论坛是一个就食品安全和食物主权相关事务进行讨论和推动实际行动的平台，拥有约100名成员，包括组织和个人。

除特别注明外，本出版物之全部内容，均可于非商业用途下自由引用、转载或使用。本出版物依据《创用CC国际4.0许可证》：署名 – 非商业性使用 – 禁止演绎条款授权，使用时请注明出处。

封面设计：林日源 (Lim Jee Yuan)

印刷单位：

Phoenix Printers Sdn Bhd (199001001670),
6 Lebuhraya Gereja, 10200 Penang, Malaysia

目录

引言	1
工业化基因改造失败，农业体系困于有害性状	2
基因改造食品大量进口，化学风险同步激增	4
多重性状叠加，或引发复杂生物效应	5
育种叠加性状：更安全吗？	6
新型风险性状持续获批，监管挑战日益严峻	8
结论	10
参考文献	14

引言

自2007年《国家生物安全法》颁布以来，马来西亚国家生物安全委员会（NBB）已批准了64¹项用于食品、饲料与加工用途的基因改造(GM)作物进口申请。另有五项非食品或饲料用途的微生物（如用于肥料、生物防治剂或食品防腐剂的菌种）也获批，还有四项田间试验开展中。

尽管马来西亚民间社会机构（如槟城消费人协会，2015；大马自然之友，2019；Sanmugam等人，2021；TWN，2013等）长期反对 基因改造生物(GMOs)及其产品的引进或发布。基于2018年9月²统计，60%的受访者表示绝不会食用基因改造食品，仅33%表示愿意。相比之下，不含GMOs的有机农业越来越受欢迎，有机食品认证增强了消费者信任（Alrashidi等人，2022）。

公众反对至今已成功阻止了基因改造生物(GMOs)在本地的种植或环境释放。例如，2019年申请进行的抗草甘膦基因改造(GM)水稻田间试验未获批准，可能因公众关切以及稻米在国人饮食中地位极其重要。³ 同样，一项初期基因改造(GM)蚊子试验也未进入下一阶段，据报因“担心公众强烈反对”而被迫中止（USDA, 2017）。当地非政府机构(NGOs)与社区的反对声浪，⁴ 以及对高成本的恐惧，促使政府暂停该项目。

然而，国家生物安全委员会(NBB)仍持续批准基因改造(GM)作物用于食品、饲料与加工的进口。这种高量进口增加了人类与动物暴露于基因改造(GM)成分的风险，也对马来西亚标识法规的有效执行带来了压力。这将削弱消费者避免摄入基因改造生物(GMOs)的选择权。

随着近年来批准数量逐渐增加，情况变得更加紧迫。公众暴露于基因改造(GM)成分及相关农药残留物的可能性随之扩大。事实上，早前砂拉越对市售黄豆制品（如豆腐、天贝、动物饲料及原豆）进行检测时发现普遍存在基因改造(GM)污染（其中2个样品标注为“非转基因改造”）（Sani等人，2022年）。在65个样本中，其中57个样本检测出含有最常见的基因改造(GM)性状—抗草甘膦除草剂基因。

目前，基因改造(GM)作物越来越常见地“叠加”多种性状。例如同时具备多种抗虫毒素，或兼具对多种除草剂的耐受能力。随着进口作物不断叠加多种性状，食品安全隐患日益加剧，而相关的毒性组合及除草剂协同效应至今仍未经过严谨全面的科学评估。更值得关注的是，一些采用RNAi技术、通过“基因沉默”方式改变作物特性的新品种，正逐步进入食品市场，进一步引发公众对其安全性的担忧。

¹ <https://www.biosafety.gov.my/main/article/keputusan-permohonan-pelepasan-lmo-and-produk-lmo>

² <https://www.statista.com/statistics/983765/malaysia-willingness-to-eat-gm-foods/>

³ https://www.malaysiakini.com/letters/485031#google_vignette

⁴ <https://consumer.org.my/an-open-letter-to-the-government-from-malaysian-ngos-on-genetically-engineered-aedes-egypti-mosquitoes/>

工业化基因改造失败，农业体系困于有害性状

近年来，马来西亚在基因改造食品与饲料方面的审批趋势，凸显了工业化基因改造农业体系的重大缺陷，并对消费者的食品安全造成直接影响。尽管基因改造作物的商业化已有近三十年，开发者依然未能突破对两大主导性状——抗除草剂与抗虫性的依赖。而过去承诺的多种性状，如营养强化、抗旱抗盐等非生物胁迫的适应能力，至今几乎未见落地成果。因此，这些进口基改食品对消费者而言毫无实质好处，反而存在潜在健康风险。

与抗除草剂作物同步使用的大量除草剂，也催生出越来越多具抗药性的杂草——目前全球已发现多达 60 个品种。⁵ 这些超级杂草不再受传统除草剂喷洒所控制。为此，农民不得不重新采用一种原本应该被淘汰的方式：翻耕土地。这种耕作方式，本应因抗除草剂技术而减少使用，如今却因为“对策失灵”而死灰复燃。



基因改造玉米：用于食品、饲料及加工用途的基因改造作物，其进口申请在马来西亚持续获得批准。图片来源：Maggilautaro (CC BY-SA 3.0 授权)

⁵ <https://www.weedscience.org/Pages/SOASummary.aspx>

随着抗药性杂草的蔓延，基因改造作物开发商被迫推出能耐受多种除草剂的新品种。其中甚至包括一些原本已被淘汰、毒性更强的旧式除草剂，比如臭名昭著的橙剂有效成分2,4-D，而它正是过去推广草甘膦（草甘膦）时意在取代的对象。2025年3月，拜耳（前身为孟山都）宣布其最新的大豆品种Vyonic™将于2027年面市，该品种能够耐受五种除草剂：草甘膦(草甘膦)、草铵膦（草丁膦）、二氯吡啶酸（麦草畏）、美索乳酮（硝磺草酮）以及2,4-D（Bayer, 2025）。

在抗虫性作物方面，问题同样严重。以Bt作物为例，这类基因改造作物能在体内产生毒素，原本用于杀灭特定害虫。然而，越来越多害虫已对Bt毒素产生抗性。在过去25年里，全球五种主要害虫共记录到19起“实质抗药性”的案例，显示原本应带来防治优势的技术，正在逐步失效。（美国昆虫学会，2020）。

为了应对这些根本性难题，基因改造作物的开发商开始将多种性状组合在同一作物中，这种方式被称为“性状叠加”（stacked traits）。所谓性状叠加，是指在开发阶段将多个具有不同特性的基因导入一种作物（称为“分子叠加”），或通过杂交不同的基因改造品种来实现（称为“育种叠加”）。这一做法旨在增强作物的抗性或适应性，以延续现有产品的市场竞争力。

随着害虫与杂草的抗药性发展，基因改造作物现在越来越多地被设计成同时具备多种杀虫毒素和/或多种除草剂抗性。事实上，截至2024年，美国实行免耕的玉米农民已无法购买仅含单一杀虫毒素的品种——所有单一毒素品种，以及部分性状叠加品种，已陆续淘汰(德州农工大学，2024年)。如今，作物常通过性状叠加技术，同时具备多种抗性，如兼具抗除草剂与抗虫性。

美国作为全球最大基因改造作物种植国及马来西亚主要基因改造产品来源国，其2024年种植的玉米90%具抗除草剂性状，86%具抗虫性，约83%兼具双重“叠加”特性（美国农业部，2025）。大豆方面全美96%种植品种具抗除草剂性状。第二大基因改造作物种植国巴西同为马来西亚主要进口来源，其玉米市场被三个主导品种垄断且全部兼具除草抗虫叠加特性（详见育种叠加章节）。

由于缺乏新的性状，基因改造产业不断推出由相同的、已有三十年历史的性状重新组合而成的叠加型产品，这一趋势仍在持续。尽管业界宣称有望推出可替代Bt的抗虫性状，用以应对抗性问题的，但至今仍未实现。例如，杜邦早在2016年就曾声称拥有非Bt抗虫性状，却始终未见商品化(如NPR报导，2016)。

从目前趋势来看，未来获准进口的转基因食品将含有更多除草剂残留和Bt类杀虫毒素。事实上，近年来新品种的“进化”主要体现在叠加性状所占比例的增加。随着基因编辑技术的兴起，Inari等公司正试验在现有抗除草剂、抗虫作物基础上，进一步添加“编辑性状”。但这类做法不过是延续旧有品种的生命周期，并借此为其申请新专利而已（印第安纳农业创新中心，2022）。

因此，随着我国持续进口用于食品与饲料的基因改造作物，本地食物供应的安全正面临日益严重的威胁。这些产品不仅无助于提升粮食安全，也缺乏明显效益，反而可能让我国无意间成为失败的工业化基因改造农业体系倾销其产品的沃土。

基因改造食品大量进口，化学风险同步激增

马来西亚进口的基因改造食品种类日益增加，使得人们要避免接触基因改造成分变得愈发困难。事实上，加拿大2011年的一项研究就曾在消费者的血液循环中检测到基因改造蛋白质（Aris & Leblanc, 2011），这直接反驳了开发商所宣称的“基因改造蛋白质无法在消化过程中存留”的说法。

基因改造作物及其搭配使用的除草剂，早已被广泛质疑可能对人体健康及环境带来危害。巴西农业发展部曾对相关文献进行深入审查，指出有750项研究显示基因改造产品可能引发健康、环境与社会经济风险（Ferment等，2016）。近期，墨西哥政府在与美国关于限制进口基因改造玉米的贸易争议中提交正式回应，列出数百项学术研究，表明其顾虑并非毫无根据（MEX-USA-2023-31-01, 2024）。例如，有研究发现，某些Bt毒素会引发炎症反应与过度免疫反应，且在小肠和大肠中均无法被完全降解，因此被归类为会引发全身性免疫反应的免疫原（Vázquez-Padrón等，2000）。

此外，世界卫生组织附属的国际癌症研究机构已将草甘膦(草甘膦)列为“可能致癌物”（IARC, 2017）。部分研究聚焦于农业工作者在施用草甘膦过程中的直接暴露情形，揭示出草甘膦抗性作物种植体系所带来的健康风险。在美国，因职业性接触草甘膦而引发的严重甚至致命疾病——包括非霍奇金淋巴瘤——已引发超过10万宗集体诉讼。



喷洒草甘膦除草剂。基因改造作物及其所使用的除草剂（如草甘膦）被广泛指出可能对健康与环境带来负面影响。

截至目前，孟山都／拜耳公司已被判赔偿逾110亿美元的损害赔偿金。⁶ 近期一项研究指出，美国境内接触草甘膦喷剂的孕妇，其新生儿的体重与妊娠周期均出现下降趋势(Reynier & Rubin, 2025)。

在基因改造作物种植最广泛的美国，近期草甘膦在超过八成的尿液样本中被检测出来。而草甘膦的使用量在过去数年激增了百倍以上，部分原因正是与耐草甘膦的基因改造作物大量种植有关(Ospina et al., 2022)。作为出口至马来西亚的两大主要国家之一，阿根廷的基因改造大豆也曾被检测出草甘膦残留超出国际准许水平(Testbiotech, 2013)。

因此，可以预期大马消费者在食用含基因改造成分的农产品时，正持续暴露于除草剂残留物之中。正如前述，砂拉越的大豆供应中已发现高比例的耐草甘膦基因改造作物污染；但由于农药残留的相关数据不易取得，整体情况仍缺乏广泛分析。墨西哥近期一项研究在儿童体内发现草甘膦残留，包括居住于城市地区的儿童(可能主要通过食物摄入)，并指出该暴露与肾病发生率上升存在关联(Romo-García et al., 2025)。

马来西亚进口的基因改造作物中，也包含对多种除草剂具有耐性的“堆叠型品种”，这进一步加剧了公众暴露于农药残留的可能性。然而，目前基因改造作物的安全评估并未纳入除草剂暴露因素，尽管这些化学品的人体与环境毒性早有广泛研究。美国儿科学会近期便因基因改造食品中草甘膦含量偏高，呼吁家长尽量避免让儿童食用此类产品，并强调有必要进一步研究其潜在健康影响(Abrams et al., 2024)。

其他除草剂通过食物途径对人体的影响研究仍然有限，但其职业接触毒性已有充分证据。以草丁膦(草丁膦)为例，研究指出它是一种神经毒物，对生殖、神经系统与心血管系统均具有毒性(Calas et al., 2008; García et al., 1998; Herzine et al., 2016; Lantz et al., 2014; Laugeray et al., 2014; Meme et al., 2009)。而2,4-D 除草剂亦被认为与多种健康风险相关。它曾在越战时期被用于制造“橙剂”(Agent Orange)，研究显示农场工人及其子女出现癌症与出生缺陷风险上升，实验研究也发现其对男性生殖系统具有干扰作用(Garry et al., 1996; Lerda & Rizzi, 1991; Swan et al., 2003)。而美国环保署(US EPA, 2005)的监管资料也显示，二氯苯氧乙酸(麦草畏)对哺乳动物具有生殖与发育毒性。

多重性状叠加，或引发复杂生物效应

在马来西亚，越来越多“叠加型事件”(stacked events)的基因改造作物获得批准(见表一)，这引发了额外的生物安全隐忧。引入多种基因和性状可能产生组合性或协同效应，从而引发未预期且不良的变化。此类风险已被《卡塔赫纳生物安全议定书》所认可，而马来西亚是该议定书的缔约国。议定书下也制定了关于性状叠加的专门风险评估指南。

⁶ <https://www.lawsuit-information-center.com/roundup-lawsuit.html#:~:text=As%20of%20May%202025%2C%20Monsanto,trial%20resolutions%20in%20individual%20cases.>

事实上，具备多重抗除草剂性状的基因改造作物已显现出副作用，例如农民需同时使用更多种类和更大量的除草剂，才能维持除草效果(Nordgård 等，2015)。具多种 Bt 毒素的基因改造作物，被发现存在协同效应，可能对原本无害的非目标生物造成影响(Hilbeck & Otto，2015)。

研究显示，Bt毒素可能与其他环境压力源(如病虫害、气候变化等)共同作用，增强毒性效应(Testbiotech，2020b)。此外，不同Bt毒素的组合可能对单独毒素无影响的生物造成伤害(Kramarz 等，2007；2009)。有些Bt毒素甚至被观察到对血液细胞及造血组织有一定毒性，其影响可能随着浓度增加和暴露时间延长而加剧(De Souza Freire 等，2014)。

从分子层面来看，叠加性状作物中转基因的活跃程度可能与它们在原本的单一品种中不同。这种差异会造成作物成分(例如蛋白质)发生变化，反映出其代谢过程也有所不同(Agapito-Tenfen 等，2014)。

然而，目前马来西亚在评估基因改造作物风险时，尚未将作物与除草剂合用的情境纳入考量，尤其是对于抗除草剂的基因改造作物。这是我国生物安全监管上的一大漏洞。随着多种除草剂混合使用的情况日益普遍，评估这些复合作用对环境与健康的潜在影响已刻不容缓。

除草剂之间的组合使用、与转基因作物中Bt毒素等性状的叠加效应，乃至其与植物本身的互动，都可能引发不可预见的风险。研究已证实，草甘膦会改变Bt毒素对非目标生物的毒性表现；而合法剂量下的2,4-D与草甘膦混合物，更是对摄取西式饮食的大鼠造成生殖伤害，包括精子异常与睾酮水平下降(Valente等，2024)。

遗憾的是，目前的风险评估体系并未考虑这些组合、协同或累积风险，也忽视了Bt毒素等性状同时存在时可能带来的影响(Testbiotech，2020a)。这是生物安全监管中的一个明显漏洞，亟须填补。

育种叠加性状：更安全吗？

根据马来西亚的生物安全监管体系，即使是由两个已分别获准的基因改造品系通过传统杂交育种而成的性状叠加品种(所谓的“育种叠加”)，也被视为一种新产品，必须重新进行安全评估。马来西亚生物安全部门向联合国粮农组织(FAO)提交的说明中明确指出：⁷“即使所有被叠加的单一性状均已获批，含有性状叠加的基因改造食品/饲料仍被视为新产品。”这一点也反映在多个基因改造性状获批时所附加的条款与条件中，当中明确规定：“任何利用已获准性状所培育出的新基因改造品系，若拟进口或释放于环境中，须另行获得国家生物安全委员会的批准。”

⁷ <https://www.fao.org/food/food-safety-quality/gm-foods-platform/browse-information-by/country/country-page/en/?cty=MYS>



美国一场反对基因改造的抗议活动。在马来西亚，多个民间社会机构长期以来也反对进口与释放基因改造生物及其产品。照片来源：Chris Goodwin (CC BY-NC-SA 2.0)

目前，在出口至马来西亚的国家中，所种植的作物大多为叠加性状品种，无论是“育种叠加”还是“分子叠加”。据美国农业部(USDA, 2017年)资料，美国与巴西是马来西亚最大的大豆出口国，而马来西亚所进口的玉米则主要来自巴西和阿根廷。

目前，巴西主要种植的玉米品种有三种：VT PRO₃®、PowerCore® Ultra 和 Agrisure® Viptera 3。这三种均属于“育种性状叠加品种”（breeding stack varieties），在2020年占可用技术的46%，2021年上升至64%，2022年则为56%（Pereira Filho & Borghi, 2021；2022b；2022a）。这些品种是通过多个转基因亲本品种培育而成，其中部分亲本本身就是“分子叠加品种”，即已携带多种毒素的。具体性状组合如下：

- VT PRO₃ 是通过 MON89034⁸ 和 MON88017⁹ 的育种组合而来。本品种共携带五种杀虫毒素，并具有草甘膦耐受性。
- PowerCore Ultra 是通过 MON89034、TC1507¹⁰、NK603¹¹ 和 MIR162¹² 的育种组合而成，携带多种 Bt 毒素。
- Agrisure Viptera 3 则是通过 Bt11¹³、MIR162 和 GA21¹⁴ 的育种组合而得。

⁸ MON89034: a molecular stack developed to produce multiple insecticidal Bt toxins (Cry2Ab2 and Cry1A.105 (which itself comprises multiple toxins: Cry1Ab, Cry1F and Cry1Ac)).

⁹ MON88017: a molecular stack carrying an insecticidal Bt toxin (Cry3Bb1) and glyphosate herbicide tolerance.

¹⁰ TC1507: a molecular stack of an insecticidal Bt toxin (Cry1Fa2) and glufosinate herbicide tolerance.

¹¹ NK603: a single trait with glyphosate tolerance.

¹² MIR162: a single trait event with one Bt toxin (Vip3Aa).

¹³ Bt11: a molecular stack of an insecticidal Bt toxin (Cry1Ab) and glufosinate tolerance.

¹⁴ GA21: a single trait event of glyphosate tolerance.

同样地，根据《生物多样性公约》下的“生物安全信息交换所”资料，另一主要对马来西亚出口玉米的国家——阿根廷，已批准的“育种性状叠加品种”有23种，相较之下，非育种叠加的仅有16种。然而，阿根廷目前实际种植的基因改造品种类型，公众渠道上似乎无从查证。

可见，“育种性状叠加品种”在向马来西亚出口玉米的国家中，占据了极大的比例。然而，据我们所知，马来西亚目前仅收到一项此类基因改造品种的审批申请¹⁵，这一现象令人讶异。由此不禁令人质疑：这类育种叠加品种是否早已未经单独审批，便已流入马来西亚市场？这一疑问亟待展开深入调查。

新型风险性状持续获批，监管挑战日益严峻

自2017年起，一类采用特殊基因机制的基因改造作物——RNA干扰技术（RNAi）已被批准进入马来西亚的食品供应体系。开发者通过RNAi技术，针对特定基因进行“沉默”处理，从而达到抑制目标性状的效果。

这类 RNAi 作物包括由农业巨头 JR Simplot 公司开发的三种“*Innate*”（内源型）马铃薯品种：E12、Y9 和 X17。该公司专注于冷冻薯条产品。这三种马铃薯经过基因改造，不仅能减少油炸时产生的丙烯酰胺（一种潜在有害物质），还具有抗黑斑和抗晚疫病特性。除了马铃薯，其他使用RNAi技术的转基因作物还包括大豆、苜蓿和玉米。这些作物中，除了苜蓿，其余都是所谓的“分子叠加”品种——也就是说，它们体内含有多个不同的转基因元素，例如Bt杀虫蛋白、抗除草剂基因，或多个RNAi模块（详见表一）。

这些性状背后的逻辑存在严重疑问，不但未能带来预期效益，反而可能引发食品安全风险。市面上已有低糖的马铃薯品种，在高温油炸时自然生成较少的丙烯酰胺。此外，还有多种替代做法可有效解决该问题，例如降低油炸温度、剔除未成熟薯块，或在油炸前先将马铃薯焯水（CIAA/FDE，2011）。更值得注意的是，研究表明，环境条件对丙烯酰胺的形成有显著影响——同一品种在不同地点种植，其生成量可能差异极大（Muttucumaru等，2017）。因此，从消费者角度来看，采用RNAi技术培育的马铃薯缺乏有力证据支持其必要性。更令人担忧的是，其中一款基因改造马铃薯甚至未能如设计那样合成出原本用于抗疫病的目标蛋白（FSANZ，2017）。

RNAi 作物因其所采用的机制，更加引发了特定的生物安全隐患。RNAi 技术通过干扰基因表达过程来发挥作用，使特定基因“沉默”，即不被表达。这项技术利用的是自然存在于动物和植物中的基因调控机制：RNA 干扰（RNA interference, RNAi）。这种机制依赖一种名为双链 RNA（dsRNA）的分子，它能够精准识别目标基因的序列，并通过序列互补性使其表达受到抑制。因此，基因改造作物的开发者会设计特定的干扰 RNA 分子，使其与某个目标基因配对，并使之沉默。例如，害虫体内的某基因若被关闭将导致其死亡。

¹⁵ MS11xRF3 canola; not listed as approved for import for food, feed and processing.

然而，RNAi途径至今尚未被全面理解。研究表明，其运作过程远比开发者所宣称的复杂。因此，一些非预期的效应可能未被发现或被忽视。这包括“脱靶效应”(off-target effects)，即本应无关的基因被意外沉默，或是暴露于RNAi作物的非目标生物体内的基因受到影响，甚至因此致命。美国种植的 MON87411 基因改造玉米就曾被发现存在脱靶效应 (Baum 等, 2007)。即使合成干扰 RNAs 是针对特定基因设计的，研究仍发现其约有 10% 的几率出现脱靶效应(Qiu, 2005)。这类非预期的基因表达变化，可能导致目标生物体出现未曾设想的性状，从而对食品安全造成潜在风险，例如：引发过敏原或毒素的表达水平变化。

RNAi 系统的复杂性还带来其他不确定性与风险，例如其可能同时调控数百个基因、干扰效应可能被放大并遗传、或诱导次级干扰 RNA 的产生，进而影响其他基因。此外，干扰 RNA 与其靶基因之间并非一一对应关系——有的干扰 RNA 能影响多个基因，而一个基因也可能受到多个干扰 RNA 的调控。RNAi 也参与表观遗传效应的传递，有研究显示其诱导的遗传影响可持续多达 80 代(Heinemann, 2019)。脱靶效应至今仍无法准确预测(Hanning 等, 2013)。种种复杂性意味着，一旦非目标生物接触到 RNAi 作物，其基因表达就有可能被扰乱，进而带来农艺、健康或环境层面的潜在影响。

食品安全领域日益受到关注的一个关键问题，是有研究发现植物体内的天然干扰性RNAs可在包括人类在内的哺乳动物体内经消化后仍能存留，进而可能调控摄入者体内的基因表达(Zhang 等, 2012; Zhou 等, 2015)。因此，有学者提出，这类干扰性 RNAs 或可被视为一种膳食营养素 (Li 等, 2019; Zhang 等, 2012)。研究还在人体血液及母乳中检测到了天然存在的双链 RNAs(dsRNAs) (Li 等, 2019; Zhang 等, 2012)。

虽然科学界早已认识到某些RNA分子(如dsRNAs)具备基因调控功能，但它们能否在物种之间发生作用——例如通过食物摄入后影响动物或人类基因表达——这一“跨界调控”机制，直到近年才逐渐引起重视。这一新发现对转基因产业的一项核心安全论点提出了质疑——即 dsRNA 分子极不稳定，无法在消化过程中存活。然而，RNAi 作物中新型RNAi 分子对食用者是否会产生实际影响，至今仍缺乏系统性科学验证。

此外，有关中医药及其他原住民传统植物药机制的研究也显示，部分植物中含有的dsRNAs可能确实具有人体基因调控作用，这或许正是如姜、金银花等植物药发挥部分保健功效的原因之一(Zhang 等, 2012; Zhou 等, 2015)。

然而，目前的风险评估体系尚未覆盖 RNAi 作物所涉及的独特风险，导致食品安全面临潜在隐忧，评估机制亦显不足。仅凭目前提交给生物安全监管机构的资料，尚难以对其安全性作出令人信服判断。

结论

自马来西亚首次批准基因改造作物进口以来，用于食品、饲料和加工的相关清单迅速扩大。然而，基因改造产业始终未能在抗除草剂和抗虫性这两种主要性状之外实现实质性突破，导致我国消费者日益暴露于这些农药残留的风险之中。更令人担忧的是，当前许多基因改造作物常见“性状叠加”现象，即在同一种作物中同时结合多种抗除草剂和抗虫性基因，从而加剧了农药残留威胁。近年来，一些获批产品更进一步引入RNAi基因沉默技术，带来了尚未充分评估的新型风险与不确定性。

马来西亚现行的监管体系在基因改造作物管理方面存在多项关键漏洞，亟需系统性修补。我们必须推进更全面的评估机制，涵盖基因改造作物本身及其相关农药对整个食物系统所可能造成所有风险与不确定性。同时，应强化监管制度，确保所有基因改造作物均受到严格、透明的监管。在未落实充分的预防性措施，保障公众健康与“拒食基因改造食品”的选择权之前，任何新的基因改造作物均不应获准用于食品、饲料或加工用途。

表一：马来西亚批准进口用于食品、饲料与加工用途的基因改造作物清单

	事件编号	作物	性状*	开发者	批准日期
1.	MON4032	大豆	HT: 草甘膦	Monsanto	NBB 批准 年份: 2010年
2.	MON603 (NK603)	玉米	HT: 草甘膦	Monsanto	NBB 批准 年份: 2010年
3.	MON810	玉米	IR: Bt (Cry1Ab) & HT: 草甘膦	Monsanto	NBB 批准 年份: 2010年
4.	MON863	玉米	IR: Bt (Cry3Bb1)	Monsanto	NBB 批准 年份: 2010年
5.	SYN-BT011-1 (Bt11)	玉米	IR: Bt (Cry1Ab) 抗鳞翅目昆虫	Syngenta	2012
6.	A2704-12	大豆	HT: 草甘膦	Bayer	2012
7.	MON89788	大豆	HT: 草甘膦	Monsanto	2012
8	T25	玉米	HT: 草甘膦	Bayer	2013
9.	TC1507	玉米	HT: 草丁膦 & IR: Bt (Cry1F) 抗鳞翅目昆虫	DuPont	2013
10.	BPS-CV127-9	大豆	HT: 咪唑啉酮类	BASF	2013
11.	A55547-127	大豆	HT: 草甘膦	Bayer	2014
12.	FG72	大豆	HT: 草甘膦 & 异噁唑草酮	Bayer	2014
13.	MON89034	玉米	IR: Bt (Cry1A.105 & Cry2Ab2) 抗鳞翅目昆虫	Monsanto	2015
14.	MON88017	玉米	HT: 草甘膦 & IR: Bt (Cry3Bb1) 抗玉米根虫	Monsanto	2015
15.	5307	玉米	IR: Bt (eCry3.1Ab) 抗鞘翅目	Syngenta	2016
16.	MIR604	玉米	IR: Bt (mCry3A) 抗鞘翅目	Syngenta	2016
17.	MIR162	玉米	IR: Bt (Vip3Aa20) 抗鳞翅目昆虫	Syngenta	2016
18.	GA21	玉米	HT: 草甘膦	Syngenta	2016
19.	3272	玉米	PQ: 用于生物燃料加工的 基因改造淀粉	Syngenta	2016
20.	SYHT0H2	大豆	HT: 硝磺草酮 & 草丁膦	Syngenta	2016
21.	DAS-59122-7	玉米	HT: 草丁膦 & IR: Bt (Cry34Ab1 & Cry35Ab1) 抗鞘翅目	DuPont/Pioneer	2016

22.	MS8RF3	油菜籽	HT: 草丁膦 & AP: 雄性不育	Bayer	2016
23.	GHB614	棉花	HT: 草甘膦	Bayer	2017
24.	T304-40	棉花	IR: Bt (Cry1Ab) 抗鳞翅目昆虫和蓍螟	Bayer	2017
25.	LLCotton25	棉花	HT: 草甘膦	Bayer	2017
26.	GHB119	棉花	IR: Bt (Cry2Ae)	Bayer	2017
27.	305423	大豆	HT: 磺脲类	DuPont/Pioneer	2017
28.	DAS40278	玉米	HT: 2,4-D 及某些 AOPPs	Dow	2017
29.	MZHG0JG	玉米	HT: 草甘膦 & 草丁膦	Syngenta	2017
30.	DAS-8149-2	大豆	HT: 草丁膦 & IR: Cry1Ac, Cry1Fv3, Cry1F 抗鳞翅目昆虫	Dow	2017
31.	DAS-4406-6	大豆	HT: 草甘膦, 2,4-D & 草丁膦	Dow	2017
32.	DAS-68416-4	大豆	HT: 2,4-D & 草丁膦	Dow	2017
33.	E12	马铃薯	PQ:用于降低丙烯酰胺的 dsRNA和 FR: 用于防治黑斑病的dsRNA	SPS International	2018
34.	DP73496	油菜籽	HT: 草甘膦	DuPont/Pioneer	2018
35.	MZIR098	玉米	HT: 草丁膦 & IR: Bt (Cry1B.34 & mCry3A) 抗鳞翅目昆虫	Syngenta	2018
36.	MON87427	玉米	HT: 草甘膦	Monsanto	2018
37.	DP4114	玉米	HT: 草丁膦 & IR: Bt (Cry1F, Cry34Ab1 & Cry35Ab1) 抗鳞翅目昆虫和鞘翅目昆虫	DuPont/Pioneer	2018
38.	Y9	马铃薯	FR:抗晚疫病与黑斑病的 dsRNA & PQ: 用于降低丙烯酰胺含量的dsRNA	Syngenta	2018
39.	MON87701	大豆	HT: 麦草畏	Monsanto	2019
40.	MON87708	大豆	HT: 麦草畏	Monsanto	2019
41.	GHB811	棉花	HT: 草甘膦 & 异噁唑草酮	BASF	2020
42.	MON87411	玉米	IR: Bt (Cry3Bb1) & HT: 草甘膦	Monsanto	2020
43.	MON87460	玉米	AP: DT 冷休克蛋白	Monsanto	2020
44.	RT73	油菜籽	HT: 草甘膦 (该品系同时携带 EPSPS 与额外的 GOXv247 草甘膦耐受性转基因)	Monsanto	2020

45.	MON87705	大豆	PQ: 用于改变 Omega-3 脂肪酸含量的 dsRNA & HT: 草甘膦	Monsanto	2020
46.	X17	马铃薯	FR: 用于降低晚疫病与黑斑病的dsRNA & PQ: 用于降低丙烯酰胺含量的dsRNA	SPS International	2020
47.	MON87751	大豆	IR: Bt (Cry2Ab2 & Cry1A.105) 抗鳞翅目昆虫	Monsanto	2021
48.	MON87769	大豆	PQ: 用于改变 Omega-3 脂肪酸 (PjD6D & Nc.Fad3)	Monsanto	2021
49.	MON87419	玉米	HT: 麦草畏/草丁膦	Monsanto	2021
50.	MON 88701	棉花	HT: 麦草畏/草丁膦	Monsanto	2021
51.	H7-1	甜菜	HT: 草甘膦	Monsanto	2021
52.	MON88913	棉花	HT: 草甘膦	Monsanto	2021
53.	MON15985	棉花	IR: Bt (Cry1Ac & Cry2Ab2)	Monsanto	2022
54.	J101	苜蓿	HT: 草甘膦	Monsanto	2022
55.	J163	苜蓿	HT: 草甘膦	Monsanto	2022
56.	KK179	苜蓿	PQ: 用于降低木质素含量的 dsRNA(CCOMT)	Monsanto	2022
57.	DP202216	玉米	AP: 增产(提高 ZMM28 转录因子的表达) & HT: 草丁膦	DuPont	2022
58.	HB4	大豆	AP: DT & HT: 草丁膦	INDEAR	2023
59.	MON88302	油菜籽	HT: 草甘膦	Bayer	2023
60.	MON87429	玉米	HT: 麦草畏/草丁膦/2,4-D & FOPs, e.g., 啶禾灵	Bayer	2023
61.	MON95379	玉米	IR: Bt (cry1Da ₇ a & cry1B.868) 抗鳞翅目昆虫	Bayer	2023
62.	MON88702	棉花	IR: Bt (Cry51Aa2) 抗鳞翅目昆虫	Bayer	2024
63.	MON94100	油菜籽	HT: 麦草畏	Bayer	2024
64.	GMB151	大豆	HT: HPPD抑制剂 / 异噁唑草酮 / 硝磺草酮 & NR: Bt (Cry14Ab-1.b) 用于防治线虫寄生虫	BASF	2024

* HT = 抗除草剂(herbicide tolerance); IR = 杀虫性(insecticidal resistance); FR = 抗真菌性(fungal resistance); DT = 抗旱性(drought tolerance); NR = 抗线虫性(nematode resistance); PQ = 产品品质(product quality); AP = 农艺性状 (agronomic properties)

附注: 国家生物安全理事会(NBB)对每一项获批的基因改造作物都会发布决策与风险评估报告, 相关资料可在以下网址查阅: <https://www.biosafety.gov.my/main/article/keputusan-permohonan-pelepasan-lmo-and-produk-lmo>

参考文献

- Abrams, S. A., Albin, J. L., Landrigan, P. J., COMMITTEE ON NUTRITION, Corkins, M. R., Blanco, C. L., Fuchs, G. J., Godoy, P. S., Hannon, T. S., Lindsey, C. W., Rome, E. S., Bremer, A., Lots, A., Perrine, C., Sant'Anna, A., Funanich, C., Burrowes, D. L., COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH AND CLIMATE CHANGE, Bole, A., ... Spire, P. (2024). Use of Genetically Modified Organism (GMO)-Containing Food Products in Children. *Pediatrics*, 153(1), e2023064774. <https://doi.org/10.1542/peds.2023-064774>
- Agapito-Tenfen, S. Z., Vilperte, V., Benevenuto, R. F., Rover, C. M., Traavik, T. I., & Nodari, R. O. (2014). Effect of stacking insecticidal cry and herbicide tolerance epsps transgenes on transgenic maize proteome. *BMC Plant Biology*, 14(1), 346. <https://doi.org/10.1186/s12870-014-0346-8>
- AgriNovus Indiana. (2022). Inari to Bring Growers Proprietary GM Traits in Tandem with Novel Gene Edit. <https://agrinovusindiana.com/2022/02/09/inari-to-bring-growers-proprietary-gm-traits-in-tandem-with-novel-gene-edits/>
- Alrashidi, A. E. M. F., Faris, W. F., & Arafat, A. M. S. (2022). Short Review on Organic Food Supply Chain Management in Malaysia. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 18, 937–943. <https://doi.org/10.37394/232015.2022.18.89>
- Aris, A., & Leblanc, S. (2011). Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. *Reproductive Toxicology*, 31(4), 528–533. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2011.02.004>
- Baum, J. A., Bogaert, T., Clinton, W., Heck, G. R., Feldmann, P., Ilagan, O., Johnson, S., Plaetinck, G., Munyikwa, T., Pleau, M., Vaughn, T., & Roberts, J. (2007). Control of coleopteran insect pests through RNA interference. *Nature Biotechnology*, 25(11), 1322–1326. <https://doi.org/10.1038/nbt1359>
- Bayer. (2025). Bayer Introduces Vyconic™ Soybeans, a Groundbreaking Advance in Weed Management, at Commodity Classic 2025. <https://www.bayer.com/en/us/news-stories/vyconic-soybeans>
- Calas, A.-G., Richard, O., Mème, S., Beloeil, J.-C., Doan, B.-T., Gefflaut, T., Mème, W., Crusio, W. E., Pichon, J., & Montécot, C. (2008). Chronic exposure to glufosinate-ammonium induces spatial memory impairments, hippocampal MRI modifications and glutamine synthetase activation in mice. *NeuroToxicology*, 29(4), 740–747. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2008.04.020>
- CIAA/FDE. (2011). Food Drink Europe Acrylamide Toolbox. http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/ciaa_acrylamide_toolbox09.pdf
- Consumers Association of Penang. (2015). The silent threat: GM food in Malaysia. <https://consumer.org.my/the-silent-threat-gm-food-in-malaysia-2/>
- De Souza Freire, I., Miranda-Vilela, A., Barbosa, L., Martins, E., Monnerat, R., & Grisolia, C. (2014). Evaluation of Cytotoxicity, Genotoxicity and Hematotoxicity of the Recombinant Spore-Crystal Complexes CryIIa, Cry10Aa and Cry1Ba6 from *Bacillus thuringiensis* in Swiss Mice. *Toxins*, 6(10), 2872–2885. <https://doi.org/10.3390/toxins6102872>
- Entomological Society of America. (2020). Insect resistance management for genetically modified crops. https://www.entsoc.org/sites/default/files/files/Science-Policy/2020/ESA_IRM_GM_Crops_Position_Statement_2020.pdf
- Ferment, G., Melgarejo, L., Fernandes, G., & Ferraz, J. M. (2016). Transgenic crops – hazards and uncertainties: More than 750 studies disregarded by the GMOs regulatory bodies. MDA.
- FSANZ. (2017). Food Standards Australia and New Zealand (2017). 29 September 2017 [26-17]. Supporting document 1. Safety Assessment Report – Application A1139. Food derived from Potato Lines F10, J3, W8, X17 & Y9. https://www.foodstandards.govt.nz/code/applications/Documents/A1139_SD%20at%20Approval.pdf
- García, A., Benavides, F. G., Fletcher, T., & Orts, E. (1998). Paternal exposure to pesticides and congenital malformations. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 24(6), 473–480. <https://doi.org/10.5271/sjweh.371>
- Garry, V. F., Schreinemachers, D., Harkins, M. E., & Griffith, J. (1996). Pesticide applicers, biocides, and birth defects in rural Minnesota. *Environmental Health Perspectives*, 104(4), 394–399. <https://doi.org/10.1289/ehp.96104394>
- Hanning, J. E., Saini, H. K., Murray, M. J., Van Dongen, S., Davis, M. P. A., Barker, E. M., Ward, D. M., Scarpini, C. G., Enright, A. J., Pett, M. R., & Coleman, N. (2013). Lack of correlation between predicted and actual off-target effects of short-interfering RNAs targeting the human papillomavirus type 16 E7 oncogene. *British Journal of Cancer*, 108(2), 450–460. <https://doi.org/10.1038/bjc.2012.564>
- Heinemann, J. A. (2019). Should dsRNA treatments applied in outdoor environments be regulated? *Environment International*, 132, 104856. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.050>

- Herzine, A., Laugeray, A., Feat, J., Menuet, A., Quesniaux, V., Richard, O., Pichon, J., Montécot-Dubourg, C., Perche, O., & Mortaud, S. (2016). Perinatal Exposure to Glufosinate Ammonium Herbicide Impairs Neurogenesis and Neuroblast Migration through Cytoskeleton Destabilization. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fncel.2016.00191>
- Hilbeck, A., & Otto, M. (2015). Specificity and Combinatorial Effects of *Bacillus Thuringiensis* Cry Toxins in the Context of GMO Environmental Risk Assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00071>
- Huang, F., Du, J., Liang, Z., Xu, Z., Xu, J., Zhao, Y., Lin, Y., Mei, S., He, Q., Zhu, J., Liu, Q., Zhang, Y., Qin, Y., Sun, W., Song, J., Chen, S., & Jiang, C. (2019). Large-scale analysis of small RNAs derived from traditional Chinese herbs in human tissues. *Science China Life Sciences*, 62(3), 321–332. <https://doi.org/10.1007/s11427-018-9323-5>
- IARC. (2017). *Some Organophosphate Insecticides and Herbicides*. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 112. <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/mono112.pdf>
- Kramarz, P., De Vaufléury, A., Gimbert, F., Cortet, J., Tabone, E., Andersen, M. N., & Krogh, P. H. (2009). Effects of Bt-maize material on the life cycle of the land snail *Cantareus aspersus*. *Applied Soil Ecology*, 42(3), 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.04.007>
- Kramarz, P. E., De Vaufléury, A., & Carey, M. (2007). Studying the effect of exposure of the snail *Helix aspersa* to the purified Bt toxin, Cry1Ab. *Applied Soil Ecology*, 37(1–2), 169–172. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.06.006>
- Lantz, S. R., Mack, C. M., Wallace, K., Key, E. F., Shafer, T. J., & Casida, J. E. (2014). Glufosinate binds N-methyl-D-aspartate receptors and increases neuronal network activity in vitro. *NeuroToxicology*, 45, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2014.09.003>
- Laugeray, A., Herzine, A., Perche, O., Hébert, B., Aguilon-Naury, M., Richard, O., Menuet, A., Mazaud-Guittot, S., Lesné, L., Briault, S., Jegou, B., Pichon, J., Montécot-Dubourg, C., & Mortaud, S. (2014). Pre- and Postnatal Exposure to Low Dose Glufosinate Ammonium Induces Autism-Like Phenotypes in Mice. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00390>
- Lerda, D., & Rizzi, R. (1991). Study of reproductive function in persons occupationally exposed to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). *Mutation Research Letters*, 262(1), 47–50. [https://doi.org/10.1016/0165-7992\(91\)90105-D](https://doi.org/10.1016/0165-7992(91)90105-D)
- Li, X., Liang, Z., Du, J., Wang, Z., Mei, S., Li, Z., Zhao, Y., Zhao, D., Ma, Y., Ye, J., Xu, J., Zhao, Y., Chang, J., Qin, Y., Yu, L., Wang, C., & Jiang, C. (2019). Herbal decoctosome is a novel form of medicine. *Science China Life Sciences*, 62(3), 333–348. <https://doi.org/10.1007/s11427-018-9508-0>
- Meme, S., Calas, A.-G., Montécot, C., Richard, O., Gautier, H., Gefflaut, T., Doan, B. T., Mème, W., Pichon, J., & Beloeil, J.-C. (2009). MRI Characterization of Structural Mouse Brain Changes in Response to Chronic Exposure to the Glufosinate Ammonium Herbicide. *Toxicological Sciences*, 111(2), 321–330. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfp174>
- (MEX-USA-2023-31-01). (2024). *Rebuttal from Mexico Regarding Measures Concerning Genetically Engineered Corn*. Institute for Agriculture and Trade Policy. https://www.iatp.org/rebuttal-mexico-measures-concerning-genetically-engineered-corn?utm_medium=email&utm_source=sendpress&utm_campaign
- Muttucumaru, N., Powers, S. J., Elmore, J. S., Dodson, A., Briddon, A., Mottram, D. S., & Halford, N. G. (2017). Acrylamide-forming potential of potatoes grown at different locations, and the ratio of free asparagine to reducing sugars at which free asparagine becomes a limiting factor for acrylamide formation. *Food Chemistry*, 220, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.199>
- Nordgård, L., Bøhn, T., Gillund, F., Grønsberg, I., Iversen, M., Myhr, A. I., Okeke, M., Okoli, A. S., Venter, H., & Wikmark, O.-G. (2015). *Uncertainty and Knowledge Gaps related to Environmental Risk Assessment of GMOs*. GenØk Centre for Biosafety. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1947.7847>
- NPR. (2016, September 22). As a GMO Pillar Wobbles, Biotech Companies Promise New Insect-Killing Genes. <https://www.npr.org/sections/thesalt/2016/09/22/495043248/as-a-gmo-pillar-wobbles-biotech-companies-promise-new-insect-killing-genes>.
- Ospina, M., Schütze, A., Morales-Agudelo, P., Vidal, M., Wong, L.-Y., & Calafat, A. M. (2022). Exposure to glyphosate in the United States: Data from the 2013–2014 National Health and Nutrition Examination Survey. *Environment International*, 170, 107620. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107620>
- Pereira Filho, I. A., & Borghi, E. (2021). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de Cultivares de Milho Para o Mercado de Sementes: Safra 2020/2021* (263). Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133681/1/Doc-263-Levantamento-cultivares-milh-2020-2021.pdf>
- Pereira Filho, I. A., & Borghi, E. (2022a). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivares de Milho Para Safra 2022/2023* (272). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1150188/1/Documentos-272-Cultivares-de-milho-para-safra-2022-2023.pdf>

- Pereira Filho, I. A., & Borghi, E. (2022b). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponibilidade de Cultivares de Milho Para o Mercado de Sementes do Brasil: Safra 2021/2022* (268). Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1144509/2/Documentos-268-Disponibilidade-de-cultivares-de-milho-para-o-mercado-safra-2021-2022.pdf>
- Qiu, S. (2005). A computational study of off-target effects of RNA interference. *Nucleic Acids Research*, 33(6), 1834–1847. <https://doi.org/10.1093/nar/gki324>
- Reynier, E., & Rubin, E. (2025). Glyphosate exposure and GM seed rollout unequally reduced perinatal health. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(3), e2413013121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2413013121>
- Romo-García, M. F., Mendoza-Cano, O., Murillo-Zamora, E., Camacho-delaCruz, A. A., Ríos-Silva, M., Bricio-Barrios, J. A., Cuevas-Arellano, H. B., Rivas-Santiago, B., Maeda-Gutiérrez, V., Galván-Tejada, C. E., & Gonzalez-Curiel, I. E. (2025). Glyphosate exposure increases early kidney injury biomarker KIM-1 in the pediatric population: A cross-sectional study. *Science of The Total Environment*, 980, 179533. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179533>
- Sahabat Alam Malaysia. (2019, July 22). 54 Community Organizations and NGOs Oppose Genetically Modified Mr219 Rice Field Tests. <https://foe-malaysia.org/articles/54-community-organizations-and-ngos-oppose-genetically-modified-mr219-rice-field-tests/>
- Sani, M., Yen, F. K., & Sajali, N. (2022). Detection of Genetically Modified Glyphosate-Resistant Soybean Sold in Sarawak. *Current Applied Science and Technology*, 23(3). <https://doi.org/10.55003/cast.2022.03.23.012>
- Sanmugam, S., Sivakumar, S., Gobalakrishnan, T., Sarawanan, T., Rashmi Abeweera, P., & Sandrasaigaran, P. (2021). Perception and Acceptance of Genetically Modified Foods in Malaysia. *Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, 144–150. <https://doi.org/10.56532/mjsat.v1i4.29>
- Swan, S. H., Kruse, R. L., Liu, F., Barr, D. B., Drobnis, E. Z., Redmon, J. B., Wang, C., Brazil, C., Overstreet, J. W., & Study for Future Families Research Group. (2003). Semen quality in relation to biomarkers of pesticide exposure. *Environmental Health Perspectives*, 111(12), 1478–1484. <https://doi.org/10.1289/ehp.6417>
- Testbiotech. (2013). High levels of residues from spraying with glyphosate found in soybeans in Argentina. https://www.testbiotech.org/wp-content/uploads/2016/10/TBT_Background_Glyphosate_Argentina_0.pdf
- Testbiotech. (2020a). *Assessment of health risks associated with the consumption of products derived from genetically engineered plants with a combination of traits*. https://www.testbiotech.org/wp-content/uploads/2020/01/RAGES_report-combinatorial-effects.pdf
- Testbiotech. (2020b). *Synergistic effects between Bt toxins and plant constituents (proteinase inhibitors, PI) multiply toxicity of GE plants*. <https://www.testbiotech.org/en/publikation/synergistic-effects-bt-toxins-and-plant-constituents-proteinase-inhibitors/>
- Texas A&M University. (2024). The Handy Bt Trait Table. https://www.texasinsects.org/uploads/4/9/3/0/49304017/bttrairtable_jan_2024.pdf
- Tomé-Carneiro, J., Fernández-Alonso, N., Tomás-Zapico, C., Visioli, F., Iglesias-Gutierrez, E., & Dávalos, A. (2018). Breast milk microRNAs harsh journey towards potential effects in infant development and maturation. Lipid encapsulation can help. *Pharmacological Research*, 132, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.04.003>
- TWN. (2013). Genetically Engineered Food in Malaysia. Third World Network.
- US EPA. (2005). EFED Re-registration Chapter For Dicamba/Dicamba Salts; US Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs, US Government Printing Office: Washington, DC, 2005. US Environmental Protection Agency.
- USDA. (2017). *Malaysia. Agricultural Biotechnology Annual 2017*. USDA Foreign Agricultural Service. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Agricultural%20Biotechnology%20Annual_Kuala%20Lumpur_Malaysia_10-11-2017.pdf
- USDA. (2025). *Adoption of Genetically Engineered Crops in the United States—Recent Trends in GE Adoption*. <https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-united-states/recent-trends-in-ge-adoption>
- Valente, L. C., De Matos Manoel, B., Reis, A. C. C., Stein, J., Jorge, B. C., Barbisan, L. F., Romualdo, G. R., & Arena, A. C. (2024). A mixture of glyphosate and 2,4-D herbicides enhances the deleterious reproductive outcomes induced by Western diet in obese male mice. *Environmental Toxicology*, 39(1), 31–43. <https://doi.org/10.1002/tox.23937>
- Vázquez-Padrón, R. I., Gonzáles-Cabrera, J., García-Tovar, C., Neri-Bazan, L., López-Revilla, R., Hernández, M., Moreno-Fierro, L., & De La Riva, G. A. (2000). Cry1Ac Protoxin from *Bacillus thuringiensis* sp. Kurstaki HD73 Binds to Surface Proteins in the Mouse Small Intestine. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 271(1), 54–58. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2000.2584>

- Zhang, L., Hou, D., Chen, X., Li, D., Zhu, L., Zhang, Y., Li, J., Bian, Z., Liang, X., Cai, X., Yin, Y., Wang, C., Zhang, T., Zhu, D., Zhang, D., Xu, J., Chen, Q., Ba, Y., Liu, J., ... Zhang, C.-Y. (2012). Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: Evidence of cross-kingdom regulation by microRNA. *Cell Research*, 22(1), 107–126. <https://doi.org/10.1038/cr.2011.158>
- Zhou, Z., Li, X., Liu, J., Dong, L., Chen, Q., Liu, J., Kong, H., Zhang, Q., Qi, X., Hou, D., Zhang, L., Zhang, G., Liu, Y., Zhang, Y., Li, J., Wang, J., Chen, X., Wang, H., Zhang, J., ... Zhang, C.-Y. (2015). Honeysuckle-encoded atypical microRNA2911 directly targets influenza A viruses. *Cell Research*, 25(1), 39–49. <https://doi.org/10.1038/cr.2014.130>

马来西亚食品体系中的 基因改造作物

近年来，马来西亚进口用于食品与饲料的基因改造（GM）作物数量显著攀升。这些作物多以抗除草剂或抗虫为主要性状，使消费者可能因食用而暴露于除草剂残留与杀虫蛋白等潜在健康风险之中。

更令人忧虑的是，市面上日益普及的“性状叠加”品种——即同时具备多种耐受与抗性状的作物，以及采用RNAi技术培育的新品种，其生物机制尚不完全明晰，可能带来不可预期的副作用与生态后果。

在生物安全保障机制尚未健全、科学评估尚不全面的当下，相关技术所带来的风险不应被轻忽。为此，本报告呼吁政府部门采取更为严谨的审查与监管制度，对基因改造作物进行全面的食品安全与环境影响评估。

在有效的预防性原则与监管框架尚未落实前，不宜批准基因改造作物用于马来西亚的食品、饲料及加工体系。