

721. Broom, D.M. 2018. Sustainability, including animal welfare, in future animal production. In *Scientific Perspectives to Farm Animal Welfare*, (in Chinese) Ed. D.Cao, and G. Xianhong, 3-15. Beijing: China Agricultural University Press.

## 未来动物生产包括动物福利之可持续性

Donald M. Broom<sup>\*</sup>

**摘要:**如今消费者要求在所有生产和其他活动使用可持续系统。如果不使用可持续系统,不能生产优质和可持续产品的零售商、生产厂商或国家,将会遭到抵制,从而被迫做出改变。如果生产系统涉及人的福利不佳、动物福利不佳、转基因或对环境有害等问题,动物利用系统通常被视为是不可持续的。生产系统有关动物的词汇应加以改变;如果所涉及的产品现在或今后不被公众接受,那么就不应该再说其生产得到了改进或是高效的。现在大多数公众认为农场和伴侣动物是有感知的生命,并对动物福利问题感到担忧。个体的福利是其应对环境的各类尝试,即个体对环境的所有应对机制,包括健康和感受,如疼痛。有很多种评估福利状况好坏的方法,如行为、生理、临床、脑功能等测定。“一个健康”和“一个福利”的概念强调在福利状态评估中大多数机制和评估方法对于人类和非人类动物都是同一个概念。兽医和其他检验人员以及使用动物的人员可以利用动物福利结果指标。未来我们将需要使用诸如林牧复合系统这样的新的可持续系统。

**关键词:**农场动物福利;未来动物生产;可持续性

### Sustainability, including Animal Welfare, in Future Animal Production

Donald M. Broom

**Abstract:** Consumers now demand that systems used in food production and all other activities be sustainable. If they are not, retail companies, production companies and countries that do not produce good quality, sustainable products are likely to be boycotted and hence forced to change. Animal usage systems

---

<sup>\*</sup> 英国剑桥大学兽医科学系布鲁姆教授。Professor Donald Broom, Department of Veterinary Medicine, University of Cambridge, Madingley Road, Cambridge CB3 0ES, U.K.

are most often considered unsustainable because of poor welfare of people, poor welfare of non-human animals, genetic modification, or harmful environmental effects. Animal production terminology should be changed to stop saying that production is improved or efficient if the product is not, or will not be, accepted by the public. Most of the public now think of farm and companion animals as sentient beings and have concerns about their welfare. The welfare of an individual is its state as regards its attempts to cope with its environment. This refers to all coping systems and includes health and feelings such as pain and fear. Both good and poor welfare can be assessed using a wide variety of behavioural, physiological, clinical, brain function and other measures. The concepts of “one health” and “one welfare” emphasise that most of the mechanisms involved and measures to be used in evaluation are the same in humans and non-humans. Welfare outcome indicators can be used by veterinary and other inspectors, as well as by those who use animals. New sustainable systems, such as semi-intensive silvopastoral systems, are needed for the future.

**Key words:** farm animal welfare; future animal production; sustainability

## 1 我们的义务

对于环境、其他的人类和非人类的个体,我们应该做什么? 不应该做什么? 对此,我们应该如何描述说明。

首先,我们需要说明的是行为人的义务,而不是主张的权利。主张权利和自由会引发问题。

我们每个人都有义务不伤害他人,因此有义务在关键方面保护环境<sup>①</sup>。当我们养动物或以其他方式同动物接触互动时,我们就有义务关心动物福利。除了保证良好福利外,其他义务包括照顾动物、不得无故杀害动物以及保护野生动物和整个环境。

---

<sup>①</sup> Broom D M. *The Evolution of Morality and Religion*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

## 2 可持续性和产品质量

任何生产系统的一个关键问题均为该系统是否可持续。在过去,当一个系统无法再使用耗竭的资源,或当系统产物积累到一定程度影响到系统的运转,该系统被视为是不可持续的。如今,可持续性这个概念具有更广泛的意义,一个生产系统对人类福利、动物福利或环境产生负面影响即被视为不可持续。可持续发展的定义如下:一个系统或程序的可持续是现在被认可且其预期未来影响也被认可,尤其是在与资源可用性、运作结果以及行为道德相关诸方面<sup>①</sup>。至关重要的是有必要将目前的一些农作物和动物生产实践开发成新型、可持续的系统。

20年前,公众需要购买农产品,但是由农场主决定农产品的生产方式。现在在食品生产乃至其他形式的生产中,消费者在生产体系的很多方面发挥主导作用。推动型经济已转变为拉动型经济。消费者现在要求商业和政府活动透明化,并在评估产品质量时考虑食品生产的伦理道德程度<sup>②</sup>。他们拒绝购买某类产品或某些公司的产品或某些国家的产品,因为他们认为其生产方式不道德并因此而认为产品质量不佳。

是什么使食品生产系统不可持续且导致产品质量被判定为不良?现在简单论述以下一些重要因素。目前,生产的各方面均可采用客观科学的方式进行评量。

### 2.1 对人类健康等人类福利有副作用

如今,食品产品并不仅仅依据味道和价格来评定。如果食品使人患病,此食品即被视为质量不佳。有些食品因为其中所含或未含有的营养成分而被认为对消费者健康是否有益。现在很多人拒绝含饱和脂肪的食品,有些人拒绝高糖分的食品以降低肥胖的风险。近几年人们健康膳食在动物生产中的主要表现是养殖鱼产量上升,部分原因是鱼含有多元不饱和脂肪<sup>③</sup>。人类和动物的另一项健康影响则是因为相关的立法规定,大多数国家在农业各方面将需要减少使用抗生素。这是因

① Broom D M. *Sentience and Animal Welfare*. Wallingford: CABI, 2014.

② Broom D M. Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Veterinary Medical Education*, 2010(37): 83-88, doi: 10.3138/jvme.37.1.83; Broom D M. *Animal Welfare in the European Union*. Brussels: European Parliament Policy Department, Citizen's Rights and Constitutional Affairs, Study for the PETI Committee, 2017. ISBN 978-92-846-0543-9, doi: 10-2861/891355.

③ Wall R, Ross R P, Fitzgerald, G F, et al. Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition Reviews*, 2010(68):280-289.

为出现抗生素耐药性(AMR)的大部分原因是人类医疗中滥用抗生素,也有部分原因是在畜牧业中将抗生素作为生长促进剂和预防用药,而不仅作为治疗用药<sup>①</sup>。

## 2.2 不良动物福利

很多人拒绝购买封闭圈养农场动物、对于猪牛等群居动物进行孤立单独饲养以及其他以不满足动物需求方式进行圈养和管理出产的动物产品。结果是越来越多的人成为素食者或纯素食者。其他的消费者则决定不购买某些动物产品。因此,一些广泛使用的动物圈舍系统就属于不可持续类的系统<sup>②</sup>。动物福利是可持续性和产品质量的关键方面,我们将在下面进一步讨论。

## 2.3 不接受转基因

世界上很多消费者不接受转基因植物,更不接受转基因或克隆动物。所有农场动物的克隆都存在不良动物福利的问题,因此欧盟禁止克隆养殖动物<sup>③</sup>。公众对转基因和克隆反感,一方面原因是不喜欢对天然的进行改造;另一方面是改造后的生物体可能含有过敏性蛋白,公众大多认为现在没有适当的方式检测出这些可能性<sup>④</sup>。转基因动物可能因为改造而直接产生福利问题,因此在使用这类动物之前应采用各类福利指标进行检测<sup>⑤</sup>。

## 2.4 有害环境的影响

很多农场主和部分公众将除草剂和杀虫剂的广泛使用视为常态。但是,这些行为会严重减少养殖地区的生物多样性。对大多数人而言,养殖区是环境的主要部分,如果鸟、蝴蝶和其他动植物减少,对每个人来说都是重大的有害的改变。这

---

① Ungemach F R, Müller-Bahrtd D, Abraham G. Guidelines for prudent use of antimicrobials and their implications on antibiotic usage in veterinary medicine. *International Journal of Medical Microbiology*,2006(296):33-38.

② Broom D M. *Animal Welfare in the European Union*. Brussels: European Parliament Policy Department, Citizen's Rights and Constitutional Affairs, Study for the PETI Committee, 2017. doi: 10-2861/891355.

③ Broom D M. *Sentience and Animal Welfare*. Wallingford: CABI,2014.

④ Lassen J, Madsen K H, Sandøe P. Ethics and genetic engineering-lessons to be learned from GM foods. *Bioprocess and Biosystems Engineering*,2002(24):263-271.

⑤ Broom D M. Consequences of biological engineering for resource allocation and welfare. In *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*, ed. W. M. Rauw, 2008; 261-275. Wallingford: CABI;Broom D M. *Sentience and Animal Welfare*. Wallingford: CABI,2014.

—改变并非不可避免。现在越来越多的农场采用能促进生物多样性的农业系统。畜牧生产也会导致局部或全球污染,例如产生温室气体。可以通过改良喂养和土地管理系统,减少温室气体的产生及减弱其造成的主要后果——全球气候改变。维护资源,例如良好的土壤结构以及避免土壤水分流失以及最大限度减少使用碳基能源和外来化肥都是重要的目标。耕耘通常会破坏土壤,释放温室气体<sup>①</sup>。所有开放水体里的鱼类和鲸均存在过度捕捞的情况,种群大规模快速灭绝正在发生。有些物种灭绝是因为某些具体用途,例如羽毛、象牙、犀牛角,但整个栖息地的消失是因为人类的活动。在印度有一起严重影响环境的畜牧案,因为使用兽药双氯芬酸导致秃鹰大量死亡<sup>②</sup>。秃鹰数量减少至只有原来的3%。印度立法之后,秃鹰数量开始有所恢复。

## 2.5 全球食品资源的低效利用

目前全球的食品资源和能源的利用效率相当低。越来越多的人认为这不道德,政府及商业公司应采取措施阻止这种情况。家里食用、餐厅以及商店出售的食品存在大量浪费的情况。养殖动物的饲料也存在浪费情形。几乎所有这些浪费现象都是可避免的,经疾病传播预防处理后的人类食品可喂养猪、家禽或养殖鱼<sup>③</sup>。此外,人类的食品,尤其是谷物和豆类,先用于饲养动物,然后再将动物给人类食用。这与人类直接食用这些食物相比,是一个低效的过程。动物生产中采用什么样的措施才可以更好地利用现有资源<sup>④</sup>? 食品生产中最重要的是那些吃人类不能吃的食品的动物。因此吃饲料作物而非谷物的食草动物比那些与人类竞食的猪或家禽更为重要<sup>⑤</sup>。同样,草食性鱼类比吞食其他鱼类的鱼类更为重要。农业用地会因为管理不良而出现劣化,例如,反复耕作和播种同一作物,都属于低效利用。饲料和产品种植和运输过多使用了石化燃料资源,化肥和其他物料设备的生

① Pagliai M, Vignozzi N, Pellegrini S, Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 2004(79):131-143.

② Green R E, Newton I, Schultz S, et al. Diclofenac poisoning as a cause of vulture population declines across the Indian subcontinent. *Journal of Applied Ecology*, 2004(41):793-800.

③ Ermgassen E K H J zu, Phalan B, Green R E, et al. Reducing the land use of EU pork production: where there's swill, there's a way. *Food Policy*, 2016(58):35-48.

④ Herrero M, Thornton P K, Notenbaert A M, et al. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. *Science*, 2010,327: 822-825.

⑤ Broom D M, Galindo F A, Murgueitio E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B*, 2013;280. 20132025, doi.org/10.1098/rspb.2013.2025.

产过程中也过多使用了此类燃料能源。

## 2.6 贫穷国家的生产者无法获得公平报酬,由此产生不公平交易产品

很多国家的消费者发现,贫穷国家的生产者往往无法对其劳动获得公平报酬。一些基础产品的销售利润主要流向经销商品的大型公司。多数消费者认为这并不符合道德。在公众了解此类不公平情况后,咖啡、可可和水果等产品开始被独立检查并标上“公平交易”的标签<sup>①</sup>。这样一来,这些物品的生产者可以获得较大部分的销售所得。

## 2.7 不保护乡村社区

小规模乡村农业通常无法与大规模生产竞争,随之而来的结果是当地社区消失。公众通常不愿意接受这一现象,因此政府制定各种计划以保留这些社区。消费者也会购买本地出产的产品,并将其视为产品质量的构成元素。在欧盟,保护乡村社区的补贴阻止了乡村居民向城市移民,并从而防止大城市变得更大<sup>②</sup>。

# 3 动物生产术语的后果

人们对于道德采购、可持续性以及产品质量的态度对于动物生产的术语意味着什么呢? 我们需要重新考虑动物生产研究的目的和研究中使用的术语。如果我们问有效率生产的含义,饲料转换效率仍然指动物摄入饲料能量与产品能量的关系。但是,有效率生产仅指消费者愿意购买的产品。如果消费者不愿意购买,则非有效率生产。表 1 列举了一些动物福利案例。

表 1 目前被消费者认为不可持续且产品质量不良的生产实例

- 
- 非人道屠宰或运输的动物
  - 窄小牛棚单独圈养的小牛肉
  - 被窄栏圈养的母猪肉
  - 多层式鸡笼出产的蛋
  - 走动困难或有皮肤炎的鸡
  - 跛脚的高产奶牛
- 

<sup>①</sup> Nicholls A, Opal C. *Fair Trade*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2005.

<sup>②</sup> Gray J. The common agricultural policy and the re-invention of the rural in the European Community. *Sociologia Ruralis*, 2000 (40): 30-52; Broom D M. Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Veterinary Medical Education*, 2010, 37: 83-88. doi: 10.3138/jvme.37.1.83.

还有一个进一步的问题:什么是基因改良动物?如果由于基因选择的结果,每个动物和每个单位食品的产量增加,这是不是改良?如果这一基因修改存在其他负面作用,则答案是否定的。例如,肉品、牛奶或其他产品产出率提高,但是由于动物福利不良、负面环境影响或使用牛生长激素等不被认可的产品、转基因、克隆或对贫穷农户的不良影响而导致消费者和其他公众不接受该产品,这一基因修改就不属于改良。近年来,为了提高肉鸡产肉率和奶肉产奶率而进行的基因修改不属于基因改良,因为这对动物福利造成严重的负面影响。由于公众对不良动物福利反应激烈,这些基因修改现在正在损害整个养鸡和乳品业。

## 4 动物福利

福利一词适用于所有动物,但不可用于植物或无生命之物。个体福利是指其应对环境的状态<sup>①</sup>,因此,福利情况有好有坏,从特别好到特别差,可以采用科学方式计量。这种状态包括所有的应对机制,包括行为和生理身体调控、免疫系统以及主要受大脑控制的其他系统。这些系统能够应对疾病,使动物保持健康,是福利的重要部分。正面和负面情感属于适应机制,是福利的主要方面。世界动物卫生组织(OIE)采用上述定义,但是在其陆生动物规则中的用词目前在修订中。人类和兽类医学广泛采用生活质量这个词,即指福利,但不适用于短期时间范畴<sup>②</sup>。

健康的概念和福利的概念对于人类和非人类动物都是相同的。“一个健康”和“一个福利”的理念恰恰强调了这一点<sup>③</sup>。对人类和非人类进行评量的很多方式也相同。安乐死这一用词同样适用于人类和非人类,是指为某一个体的利益而且以人道的方式终止该个体的生命。如果是为了其他个体的利益,则应称为杀害或人道杀害,而不是安乐死。

福利评量包括行为、生理、免疫系统功能、临床状态和身体损害等方面的福利评估<sup>④</sup>。肾上腺应激反应可见于受惊的人、绵羊或是离水的鱼,都有同样的反应。

① Broom D M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, 1986,142:524-526.

② Broom D M. Quality of life means welfare: how is it related to other concepts and assessed? *Animal Welfare*, 2007(16 suppl): 45-53.

③ Pinillos G R, Appleby M C, Manteca X, et al. One welfare-a platform for improving human and animal welfare. *Veterinary Record*, 2016,179,412-413.

④ Blokhuis H J, Veissier I, Miele M, The Welfare quality project and beyond: safeguarding farm animal well-being. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*, 2010,60, 129-140; Broom D M. Welfare assessment and relevant ethical decisions: key concepts. *Annual Review of Biomedical Science*, 2008,10:T79-T90; Broom D M. *Sentience and Animal Welfare*. Wallingford: CABI, 2014; Broom D M, Fraser A F. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*, 5th edn. Wallingford: CABI, 2015.

这些都会导致免疫抑制。人对疼痛的一个反应是痛苦的表情,眼睛半闭,嘴动,脸颊肌肉抽紧。同样的疼痛反应亦见于绵羊、山羊、马和老鼠,因此设制出了表情量表用于对这些物种进行疼痛评估。

感知 (sentience) 一词指一个个体具有一定的意识以及可能产生正面和负面情感的相关大脑功能<sup>①</sup>。感知涵括一系列的能力,但由于个体可能有感知但不一定产生情感,因此感知不代表实际产生情感。动物具备感知所涉及的能力包括:评估其他个体与其和第三方相关的行为,记住一些其本身的行为及其后果,评估风险和利益,具有情感和一定程度的意识<sup>②</sup>。不是所有的人都有感知。在受精卵发育后,人类胚胎和胎儿到一定的阶段开始有感知。大脑受损至一定程度导致感知所需的特质无法表现,该人即不会再有感知。现在我们认为,感知生物包括所有的脊椎动物、头足纲动物以及十足目甲壳类。自然选择促进了感知的发展,因为感知具有优势,能够帮助个体应对周围环境。

经过很多动物福利科学方面的研究,现在我们掌握了有关主流畜牧品种需求的相关信息,因此考虑这些需求是评估动物饲养和管理系统的第一步。对于动物福利科学家和立法机构来说,这一方法很大程度上取代了相对不太精确的“五项原则”(也称为五大自由)评估法。最重要的动物福利问题涉及所有的农业养殖动物:肉鸡福利、奶牛福利、蛋鸡福利、猪福利以及养殖鱼福利。目前有关所有这些类动物在各类生产系统中的福利有很多的学术论文出版物<sup>③</sup>。当法律或行业规范有动物福利要求时,第一步就是获得由无偏见科学家撰写的报告。获得客观的科学报告后,与利益关系人(即在该领域有经济利益的人员)以及其他利益方探讨报告中的结论和意见。然后,由立法机构制定法律,非政府组织和生产销售食品的公司可制定行业规范。在动物福利方面,欧盟由欧洲食品安全局动物健康与福利委员会编写科学报告,并在互联网上公布。由于欧盟各项相关政策和法律的实施,成千上

<sup>①</sup> DeGrazia D. *Taking Animals Seriously*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996; Kirkwood J K. The distribution of the capacity for sentience in the animal kingdom. *Animals, Ethics and Trade: The Challenge of Animal Sentience*. Turner J. and D'Silva J, eds. Petersfield: Compassion in World Farming Trust, 2006:12-26.

<sup>②</sup> Broom D M. The evolution of morality. *Applied Animal Behaviour Science*, 2006, 100: 20-28; Broom D M. *Sentience and Animal Welfare*. Wallingford: CABI, 2014.

<sup>③</sup> Fraser D. *Understanding animal welfare: the science in its cultural context*. Chichester: Wiley Blackwell, 2008; Broom D M, Fraser A F. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. 5<sup>th</sup> edn. Wallingford: CABI, 2015; Broom D M. *Animal Welfare in the European Union*. Brussels: European Parliament Policy Department, Citizen's Rights and Constitutional Affairs, Study for the PETI Committee, 2017. doi:10-2861/891355.



亿动物的福利得到改善。

经过多年试验,我们已经有了可用的福利指标,尤其是不良福利的指标。欧盟福利质量和动物福利指标(AWIN)项目已确定多项正负福利指标。有些指标的使用方为动物福利科学家,而有些福利结果的指标则可为农场主或兽医检验员所用。福利结果指标能够对之前的福利进行评估,包括瘀伤、断骨、肉质不佳以及明显行走困难。针对主流农场动物种类的福利已建立相应的评步骤。动物福利教育的相关信息见相关网站([www.animalwelfarehub.com](http://www.animalwelfarehub.com))。

这些研究考虑的一个问题是,当动物患有不同程度的临床疾病时,福利究竟差到什么程度?例如,猫狗患上关节炎或牛患上蹄底溃疡时,情况有多严重?可以通过对福利进行生理和行为评量,尤其是疼痛评量,来回答这个问题。疼痛是一种厌恶感觉和情绪,伴有实际或潜在组织损伤<sup>①</sup>。当绵羊靠腿关节而不是蹄脚站立时,就非常有可能脚疼。AWIN项目在剑桥大学的研究包括评测绵羊在发生腐蹄、乳腺炎和妊娠毒血症时的疼痛指标。这些指标包括评估组织损伤的临床检查、提示腹痛的征兆、面部表情量表及体温测量<sup>②</sup>。

我们如何测定良好的福利范围?好的福利指没有出现不良福利,或是正值大于负值。嬉戏等特定行为以及催产素增加等生理变化都是良好福利的指标。至于不良福利,有些相关应对机制涉及情绪,但并非都是这种情形,一个个体可能具有正面情绪,但是因为疾病、疼痛、受伤、缺少刺激或其他方面未获满足而导致其他方面的福利不佳,这种情况下,总体福利评定为不良。健康是良好福利的重要组成部分。其他组成部分包括舒适、快乐、兴趣和自信。

## 5 未来的农业系统

世界农业的未来在哪里?越来越多国家的消费者开始关心生物多样化和动物福利。在环境保护和生物多样性方面,政策是否需要遵循以保护为方向的土地节约方式,好像相对贫瘠的农业世界中的自然植被小岛屿?或者,最佳的土地节约方式是否能在该环境中进行有效食品生产的同时还能满足动物需求,从而为所出产的动物提供良好福利,允许各种各样的原生动植物、植物、微型植物和微型动物共生,

---

① Broom D M. The use of the concept animal welfare in European conventions, regulations and directives. In *Food Chain*, 2001:148-151, Uppsala: SLU Services.

② McLennan K M, Rebelo C J B, Corke M J, et al. Development of a facial expression scale using footrot and mastitis as models of pain in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 2016;701, doi: 10.1016/j.applanim.2016.01.007.

以及为在该环境工作的人员提供良好的生活方式<sup>①</sup>。这一问题的答案可能是两种方式的结合。为保护一些物种和栖息地,只能单独设立自然保护区才能保证他们的生存。但是,多数人喜欢的环境是具有一定程度的生物多样性,而不是充斥除草剂和杀虫剂的贫瘠土地,这种土地近年在英国和中国等国家大量出现。

由于越来越多的人意识到,我们必须满足农场动物的需求,以及我们必须更有效利用世界上的资源,因此我们应吃更多的植物,吃更少的动物。生产谷物时,更有效的方式是,人们直接食用谷物,而不是用谷物饲养动物(这一过程很多能量被损耗浪费),然后人们再消费动物。消费肉类时,应选择主要食用人不吃的食物的动物。因此我们应该重点生产草食性哺乳动物、鸟、鱼等。从树叶中摄取营养的反刍动物,比与人类竞食谷物和豆类的猪或家禽更为重要。

多年来,我们一直讨论放牧系统。关键植物均是牧场植物。树木和灌木大部分情况下被认为是牧场植物的竞争者。但是草、灌木和树混植的种植产率远高于单层牧草系统。有些灌木和树木为反刍动物和草食性鱼类及其他动物提供更好的食物。多年来,银合欢(*Leucaena*)等灌木一直被用作反刍动物的饲料。但是,大部分动物生产还仅采用牧草喂养。

哥伦比亚、墨西哥和巴西等地对半密集型三层旋转式林牧复合系统的研究已足以展开新一轮革命性的变更。这是因为半密集型林牧复合系统混合了草、银合欢或其他富含蛋白质的灌木和树木,大部分是可食用树叶,相比单一栽培牧草系统而言,饲草和动物产品的产出率更高<sup>②</sup>。此外,可以提供更好的动物福利,包括减少疾病(详见下文);生物多样性更佳;工人满意度更高;土壤质量(包括保水力)也大为增加;地表径流少;水的用量比围栏地系统节省六倍;每千克肉的温室气体产量减少30%;碳封存能力更佳;牛肉生产所用地面积是围栏地的42%<sup>③</sup>。

半密集林牧复合系统中采用的植物物种见表2和表3。一些树木的功能是

---

① Balmford A, Green R, Phalan B. What conservationists need to know about farming, *Proceedings of the Royal Society B*, 2012, 279:2714-2724, doi: 10.1098/rspb.2012.0515; Broom D M. The evolution of morality. *Applied Animal Behaviour Science*, 2006, 100: 20-28; Galindo F, Olea R, Suzán G. Animal welfare and sustainability. *International Workshop on Farm Animal Welfare*, São Pedro\_SP, Brazil, 2013. <http://www.workshopdebemestaranimal.com.br/indexen.html>.

② Murgueitio E, Cuartas C A, Naranjo J F. *Ganadería del Futuro*, Fundación CIPAV, Cali Colombia, 2008. Calle M E, Uribe Z, Calle F, et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of cattle ranching lands. *Forest Ecology Management*, 2011, 261:1654-1663, doi: 10.1016/j.foreco.2010.09.027.

③ Broom D M, Galindo F A, Murgueitio E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B*, 2013; 280. 20132025, doi. org/10.1098/rspb.2013.2025.

“活篱笆”<sup>①</sup>。干早期草和灌木产量低时,可以砍伐面包树(*ramoón Brosimum alicastrum*)喂养牲畜。所有动物无法够到的过高灌木和树木可以砍伐下来喂养反刍动物、猪或鱼。目前世界上很多地方都可以采用林牧复合系统,尤其是针对反刍动物的养殖。未来还有一个方法是收集和食用以树叶为食的可食用昆虫,即种植森林用于昆虫养殖。

表 2 南美洲和中美州绵羊、山羊和牛食用的热带和亚热带灌木和树木

欧洲栗(*Castanea sativa*, sweet chestnut)  
 燕山板栗(*Castanea mollissima*, Chinese chestnut)  
 比利牛斯栎(*Quercus pyrenaica*, Pyrenean oak)  
 冬青栎(*Quercus ilex*, evergreen oak)  
 欧洲栓皮栎(*Quercus suber*, cork oak)  
 橄榄(*Olea europea*, olive)  
 旱冬瓜(*Alnus nepalensis*, Nepalese alder)  
 印度田菁(*Sesbania sesban*, sesban)  
 树苜蓿(*Chamaecytisus prolifer*, tagasaste)  
 黑洋槐(*Robinia pseudoacacia*, black locust/frisia)  
 黑接骨木(*Sambucus canadiensis*, American elder)  
 菊芋(*Helianthus tuberosu*)

表 3 温带国家反刍动物和猪饲料使用的灌木和树木

南洋樱(*Gliricidia sepium*, quick-stick, mata ratoón)  
 榆叶梧桐(*Guazuma ulmifolia*, bay cedar, guaácimo)  
 白桑树(*Morus alba*, white mulberry, morera)  
 银合欢(*Leucaena leucocephala*, leucaen)  
 面包树(*Brosimum alicastrum*, Maya nut, ramoón)  
 王爷葵(*Tithonia diversifolia*, tree marigold, botoón de or)、  
*Trichanthera gigantea* (tricanthera, nacedero)  
 纳塔尔刺桐(*Erythrina edulis* E. *poeppigiana*, poroto, búcaro)  
 青苕麻(*Boehmeria nivea*, ramie, ramio)  
 克拉豆(*Cratylia argentea*, veranera)  
 垂花悬铃花(*Malvaviscus penduliflorus*, mazapan)

① Nahed-Toral J, Valdivieso-Pérez A, Aguilar-Jiménez R, et al. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 57: 266-279; Villanueva-López G, Martínez-Zurimendi P, Ramírez-Avilés L, et al. Influence of livestock systems with live fences of *Gliricidia sepium* on several soil properties in Tabasco, Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria*, 2014, 41: 175-186.

无论哪一方面,林牧复合系统中的动物福利比单一牧草系统更佳<sup>①</sup>。树阴的遮阳效果在炎热天气时尤为重要,牛的体表温度会比单一牧草系统中低 4℃。完全经受阳光曝晒的小围栏中,高温会增加水和能量消耗,减少进食次数<sup>②</sup>。减少阳光曝晒会降低晒伤、癌症和感光过敏症的发生率<sup>③</sup>。部分遮挡可以降低动物的焦虑和恐惧,包括对人类的恐惧感。这可以使人 and 动物之间的交流更顺畅,更便于移动<sup>④</sup>。林牧复合系统提供的多种食物选择可让个体动物更好地掌控环境,从而使动物的社会行为更趋于正常<sup>⑤</sup>。

林牧复合系统中食肉动物数量的增加会降低蚊虫和角蝇等害虫的数量,因此降低蜱虫病等疾病的发病率,该疾病发病率已从 25%降低至小于 5%<sup>⑥</sup>。降低发病率也同时降低了抗生素的使用率。银合欢等固氮灌木的存在加强了动物的营养,与良好的土壤保水力相结合,降低动物出现饥渴状况的可能性。林牧复合系统能改善动物在高温高湿条件下的取食行为<sup>⑦</sup>。这可能是由于饮食选择多样带来的

① Broom D M. New directions for sustainable animal production systems and the role of animal welfare. In 3<sup>o</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y V Congreso Internacional Sistemas Agroforestales, Montecarlo, Argentina; INTA, 2015: 385-388. Broom D M. Sentience, animal welfare and sustainable livestock production. In *Indigenous*. Reddy K S, Prasad R M V, Roa K A, eds. New Delhi: Excel India Publishers, 2016: 61-68.

② Améndola L, Solorio F J, González-Rebeles C, et al. Behavioural indicators of cattle welfare in silvopastoral systems in the tropics of México. *Proceedings of 47<sup>th</sup> Congress of International Society for Applied Ethology*, Florianópolis, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 2013: 150; Améndola L, Solorio F J, Ku-Vera J C, et al. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. *Animal*, 2016, 10: 863-867, doi:10.1017/S1751731115002475.

③ Rowe L D. Photosensitization problems in livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 1989(5): 301-323.

④ Mancera A K, Galindo, F. Evaluation of some sustainability indicators in extensive bovine stockbreeding systems in the state of Veracruz. *VI Reunión Nacional de Innovación Forestal*, León Guanajuato, México, 2011: 31; Cardozo O A., Tarazona A, Ceballos A, et al. La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicada. *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias*, 2011, 24: 332-346.

⑤ Améndola L, Solorio F J, Ku-Vera J C, et al. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. *Animal*, 2016, 10: 863-867, doi:10.1017/S1751731115002475.

⑥ Murgueitio E, Giraldo C. Sistemas silvopastoriles y control de parásitos. *Revista Carta Fedegán*, 2009, 115: 60-63.

⑦ Ceballos M C, Cuartas C A, Naranjo J F, et al. Efecto de la temperatura y la humedad ambiental sobre el comportamiento de consumo en sistemas silvopastoriles intensivos y posibles implicaciones en el confort térmico. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 2011, 24: 368.

良好效应<sup>①</sup>。

## 6 综合结论

①感知指具有产生情感所需的意识和认知能力。

②动物福利作为一门科学学科正在迅速发展。

③在世界范围内,消费者对可持续系统和高品质产品的需求日益增长。

④行业需快速修改与动物福利及可持续性其他方面相关的政策,态度应积极。

⑤对于热带和温带畜牧生产,应考虑采用半密集三层林牧复合系统(内有灌木、树木和可食用树叶)。相比单一牧草系统,这些系统具有更高的生产率,与围栏地相比,生物多样性更好、污染更少、水用量更节约、用地面积更少、温室气体排放更少。

⑥林牧复合系统提供的动物福利包括:因摄入灌木和树木而强化营养,更多的遮阳面积在高温时能提供舒适环境,因遮挡而减少恐惧心理,因更多的蝉虫和苍蝇会被吃掉而使动物更健康,减少因过多直接日晒而发生癌症或其他疾病的风险;更好的营养、遮阳条件以及疾病更少;食物选择更多,食物摄入更优化,动物的社会行为更佳,与人类交流更好,从而使动物的身体状况得到改善。

---

<sup>①</sup> Manteca X, Villalba J J, Atwood S B, et al. Is dietary choice important to animal welfare? *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 2008(3):229-239.