

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИВИВОЧНЫХ МАШИН: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Chengyi Yang

(Qingdao Agricultural University, Shandong Province, CHINA,266100)

Введение

Китай является крупной сельскохозяйственной державой, масштабы и урожайность овощеводства находятся на переднем крае во всем мире. Площадь посева овощных культур в Китае достигла 21985,71 тыс. га, что составляет более 55% от общей площади выращивания овощей в мире, а производство овощей достигло 775 млн. т, что составляет 55% от общего объема производства овощей в мире (Государственное статистическое управление Китайской Народной Республики, 2021). Опубликованный доклад «Сельскохозяйственные перспективы Китая» показывает, что в 2022 году общий объем производства овощей в Китае составил 791 млн тонн, что на 2 % больше, чем в предыдущем году. В то же время экспорт овощей из Китая занимает самое высокое место в мире, как показано на рис.1. В 2022 году общий объем экспорта овощей в Китае составил 11,83 млн. тонн, что эквивалентно 17,22 млрд. долларов США. Экспорт овощей составляет около 20% от общего объема экспорта сельскохозяйственной продукции Китая.



Рис. 1. Статистические данные об объеме экспорта свежих овощей из Китая с 2018 по 2023 год

Выращивание саженцев является важным этапом в процессе выращивания овощей, что напрямую связано с качеством и урожайностью продукции растениеводства. Во время роста саженцы семейства пасленовых страдают от многих заболеваний, низких температур и других экологических факторов. Поэтому саженцы в процессе выращивания часто прививают для решения вышеуказанных проблем [1].

Как показано на рис.2, общие методы прививки саженцев включают метод вставки, метод плоского соединения, метод опоры, метод раскола [2]. Ручная прививка имеет низкую точность прививки, требует значительных затрат на рабочую силу. Поэтому, когда спрос на саженцы значительный,

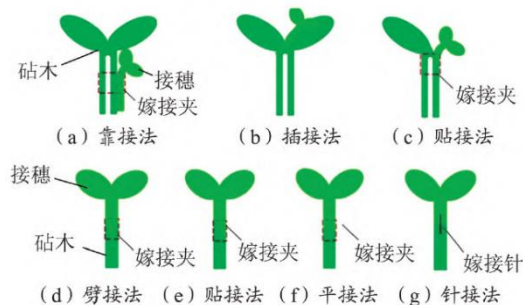


Рис.2.Основной способ прививки овощных культур

необходима массовая прививка. Прививочная машина имеет преимущества высоких показателей точности прививки, эффективности, выживаемости, производительности и стандартизации. Согласно данным третьей сельскохозяйственной переписи в настоящее время теплица в сельском хозяйстве занимает в общей сложности 1315 000 гектаров, что предполагает автоматизацию выращивания саженцев семейства пасленовых. Прививочные машины, как основное оборудование в технологии прививки, играют важную роль в выращивании и производстве сельскохозяйственных культур. В настоящее время на рынке существуют следующие машины для прививки саженцев семейства пасленовых: ручные, полуавтоматические, полностью автоматические прививочные роботы.

Прививка саженцев пасленовых культур

Саженцы пасленовых культур травянистые, невысокого роста, имеют толстый стебель высокой плотности с большим количеством листьев. Плотное прилегание прививаемого стебля в месте прививки со стеблем растения гарантирует высокую степень выживаемости.

Прививочные машин для саженцев пасленовых растений в развитых странах

В развитых странах создание прививочных машин для растений семейства пасленовых начались достаточно давно. В настоящее время технология автоматизированной прививки, в основном, освоена в Японии, Южной Корее, Нидерландах, Италии, Испании и других странах с передовыми сельскохозяйственными технологиями. На основе различных методов прививки обобщается текущее состояние исследований по созданию прививочных машин для саженцев пасленовых растений.

В 1986 году Японское агентство биологических исследований TGR взяло на себя инициативу, и в 1993 году была успешно разработана прививочная машина KGM0128. Голландская компания ISO Group, первая европейская компания в 2007 году успешно разработала прививочную машину серии Graft1000 (рис.3), обеспечивающую точный контакт прививки с производительностью до 1000 шт./ч и коэффициентом успешности прививки до 99% [3].



Рис. 3. Машина Graft1000

Дальнейшее развитие эта технология получила в 2010 году (модель Graft1200) [5] (рис.4), и в 2013 году (Graft1100) (рис.5).

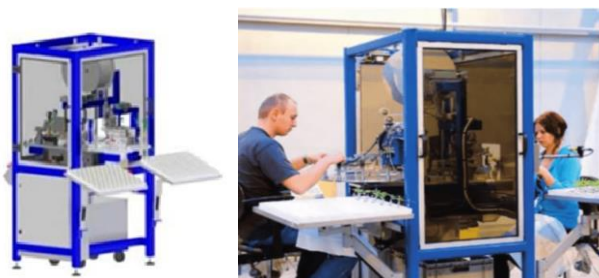


Рис. 4. Машина Graft1200



Рис. 5. Машина Graft1100

Южнокорейская компания Ideal System взяла на себя инициативу в разработке полностью автоматической прививочной машины для горизонтального типа (рис.6). Производительность машины составляет 1200 штук в час, коэффициент успешности прививки 95%. В 2004 году южнокорейская компания Helper Robotech представила роботизированную

систему сверхточной прививки типа AFGR - 800CS (рис.7) с производительностью до 800 шт. / ч [4].

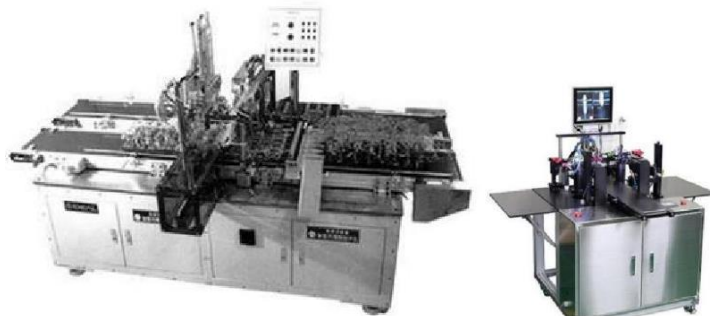


Рис. 6. Автоматическая машина компания Ideal System

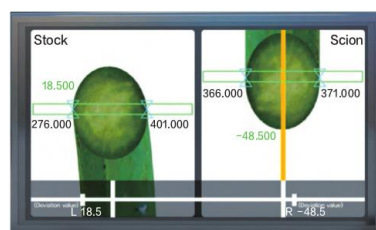


Рис. 7. Сверхточная роботизированная система для прививки AFGR-800CS

В 1992 году японская компания Mitsubishi Corporation запустила в производство полностью автоматизированную прививочную машину типа MGM600. В 1994 году японская компания Yangma разработала полностью автоматизированную прививочную машину AG1000 с коэффициентом успешности прививки 97%, но машина подходит только для саженцев пасленовых культур, поэтому практичность невелика.

Японская компания Jingguan и Институт биологических исследований совместно изобрели полуавтоматическую прививочную машину типа GRF803 - U в 2010 году (рис.8). К недостаткам такой машины следует отнести ручную работу по посадке саженцев. После того, как компания улучшила систему посадки саженцев в этой модели, была разработана прививочная машина с высокой степенью автоматизации типа GRF800 – U.



Рис.8. Японская машина для прививки GRF803-U (слева) и GRF800-U

Исследования в Китае

По сравнению с развитыми странами технология прививочных машин в Китае отстает. В концепции проектирования машины, параметрах

производительности, точности прививки, применимости и других аспектах существует определенный разрыв. Тем не менее, китайские прививочные машины получили развитие в последние годы. Китайские производители активизировали технологические обмены с развитыми странами, а некоторые компании также вкладывают больше средств в технологические инновации и НИОКР. В настоящее время китайские прививочные машины уже имеют определенные интеллектуальные характеристики и способны выполнять большинство прививочных операций. В настоящее время крупные сельскохозяйственные колледжи и университеты Китая проводят соответствующие темы НИР и сотрудничают с соответствующими научно - техническими предприятиями.

В 1998 году профессор Чжан Тьечжун из Китайского сельскохозяйственного университета взял на себя инициативу по созданию команды для проведения исследований по технологии прививки саженцев пасленовых культур и разработал прививочную машину типа 2JSZ - 600, которая может автоматически выполнять такие действия, как резка, подача зажимов и передача саженцев. Основываясь на вышеупомянутой теории исследований, профессор Чжан Тьечжун возглавил команду по совершенствованию и инновациям вышеупомянутой машины, интегрированной в роботизированную систему, а в 2003 году успешно разработал машину для реализации автоматизированной прививки саженцев. В 2005 году профессор Чжан Тьечжун добавил электромагнитные компоненты и разработал прививочную машину с обсадной трубой, которая заменила пневматические компоненты электромагнитами и снизила затраты на производство оборудования.

В 2008 году Китайский научно-исследовательский центр сельскохозяйственной информатизации инженерных технологий разработал прививочную машину типа TJ - 800 с широким диапазоном адаптаций для саженцев бахчевых и пасленовых культур с производительностью 800 штаммов / ч, коэффициентом успешности прививки 95%.

В 2009 году профессор Ку Сун из Южно-Китайского сельскохозяйственного университета взял на себя инициативу, чтобы возглавить команду по разработке прививочной машины типа 2JS - 1000, в основном, для прививки саженцев пасленовых культур, производительность прививки 1000 штаммов / ч, коэффициент успеха 95% [6, 7].

В 2010 году Национальный центр инженерных и технологических исследований сельскохозяйственного интеллектуального оборудования разработал полностью автоматизированную прививочную машину для саженцев на ямочном диске [8, 9], где может быть достигнута синхронная прививка пяти саженцев, что является первой крупномасштабной прививочной моделью в Китае.

В 2018 году Циндаоской сельскохозяйственный университет и Шаньдунская компания Zhongtianshengke Automation Equipment Co., Ltd. совместно разработали машину для прививки овощей типа JS - 6 (рис.9), которая может обеспечить отдельную вакцинацию шести саженцев

пасленовых овощей с чрезвычайно высокой эффективностью прививки [13].



Рис.9. Прививочная машина JS-6

В 2020 году ЛюКай и другие предложили конвейерный режим работы [14], а затем спроектировали и разработали полуавтоматическую прививочную машину для саженцев пасленовых культур, которая интегрирует такие шаги, как подача, резание, сращивание, перевязка и раскраска в процессе прививки в четыре рабочих места, что значительно повышает скорость работы, эффективность прививки достигла 1000 штук в час [15].

В 2021 году компания Hafei Jiaford Robotics Technology Co., Ltd. разработала полуавтоматический робот для прививки овощей модели JFT - A1500TG (рис.10) [16]. Максимальная скорость прививки 1500 шт./ч, коэффициент успеха выше 98% [18].



Рис.10. Полуавтоматический робот для прививки JFT-A1500TG

В 2023 году Инженерный факультет Южно-Китайского сельскохозяйственного университета предложил многопозиционную производственную линию автоматизированного режима прививки, где все звенья захвата, резки, верхнего зажима и обратной посадки устанавливаются на одной и той же транспортной линии, чтобы повысить производительность [19, 20]. Используемые материалы в технологии прививки [21] и применяемые системы управления автоматизированных линии нуждаются в дальнейшем развитии [22-25].

Также необходимо улучшить техническую поддержку и обслуживание в эксплуатации, чтобы повысить долговечность, надежность и качество

прививочных машин. Благодаря этим усилиям китайские прививочные машины смогут не только удовлетворить потребности местного рынка, но и стать более конкурентоспособными на международном рынке.

Заключение

В настоящее время прививочные машины имеют следующие технические проблемы [28]:

(1) Развитые страны в настоящее время разрабатывают модели технического уровня, ориентированные на крупные предприятия по выращиванию саженцев [29, 30], в то время как китайские предприятия по выращиванию саженцев в основном являются малыми и средними предприятиями, поэтому сварочные машины в развитых странах не соответствуют национальным условиям Китая [31, 32].

(2) Производство прививочных машин в Китае, в основном, находится на стадии исследований и разработок, еще не завершена коммерциализация [33], несколько моделей на рынке зависят от импорта [34]. Большинство сварочных машин китайского производства, которые в настоящее время созданы в экспериментальном производстве, в основном, являются полуавтоматическими машинами для ручной загрузки [35], эффективность и точность все еще недостаточны, чтобы реализовать коммерциализацию китайских машин. В настоящее время китайские исследования направлены на создание методов, которые могут повысить эффективность прививки [36-38].

В последние годы для создания машин для прививки используются лазерная резка, станки с ЧПУ для автоматизации и повышения точности прививки, дальнейшего повышения эффективности работы [39, 40]. Кроме того, постепенно появляются многофункциональные комбинированные прививочные машины [41-43]. В будущем машины для прививки пасленовых культур будут более широко использоваться для крупномасштабных посадок, тем самым повышая урожайность и качество сельскохозяйственных культур и удовлетворяя потребности различных регионов и различных условий выращивания [44]. В то же время вопросы устойчивости и охраны окружающей среды также станут важным аспектом для развития бизнеса, поэтому тенденция прививочных машин будет развиваться в направлении многофункционального, экономичного энергосбережения, чтобы адаптироваться к меняющимся рыночным потребностям [45]. Многие машиностроительные компании в мире проводят исследования, результаты которых внедряют в разработку и производство прививочных машин для выращивания пасленовых культур. Автоматизированные прививочные машины станут неотъемлемой частью реализации развития интеллектуального сельского хозяйства в Китае.

Литература

- [1] 赵倩,张涵,黄曦,等. 露白引发对黑籽南瓜种子萌发整齐度的影

- 响研究[J]. 植物学研究, 2021, 10(4):8.
- [2] 王兴才, 陈海燕. 黄瓜嫁接技术研究[J]. 河南农业科学, 1989(4):2.
- [3] 陈 仁, 林 文. 嫁接对番茄品质及经济效益的影响 [J]. 福建热作科技, 2009.
- [4] 战中才, 魏富奎, 冯晓霞, 等. 多工位种苗嫁接平台关键技术研究[J]. 南方农机, 2020, 51(12):56, 104.
- [5] 姜 凯, 冯青春, 王 秀, 等. 发达国家蔬菜嫁接机器人研究动态[J]. 农业工程技术, 2020, 40 (04) : 10-17.
- [6] 褚 佳. 全自动茄科穴盘苗整盘嫁接系统研究[D]. 中国农业大学, 2017.
- [7] 付小虎. 瓜类蔬菜穴盘苗整盘同步嫁接机的设计与试验 [D]. 华中农业大学, 2022.
- [8] 付月胜, 宋 健, 解福祥, 等. 蔬菜嫁接机研究现状及发展趋势[J]. 农业开发与装备, 2021(10):25-29.
- [9] 姜 凯, 辜 松, 郑文刚, 等. 瓜科全自动嫁接机设计与试验[J]. 农机化研究, 2010, (12) : 129-132.
- [10] 钱大鹏, 梁学强, 张 怡, 等. 便携式蔬菜自动嫁接机的研究[J]. 农业开发与装备, 2012(03):27-29.
- [11] 姜 凯, 郑文刚, 张 骞, 等. 蔬菜嫁接机器人研制与试验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(04):8-14.
- [12] 褚 佳, 张铁中. 葫芦科营养钵苗单人操作嫁接机器人设计与试验 [J]. 农业机械学报, 2014, 45(S1):259-264+295.
- [13] 贾 靖. 机器视觉驱动的穴盘苗盘上嫁接作业定位方法研究和终端设计[D]. 浙江理工大学, 2019.
- [14] 刘 凯, 辜 松, 张 维, 陈思敏. 基于“流水线”的茄果类种苗半自动嫁接机研究[J]. 现代农业装备, 2020, 41(01): 27-32.
- [15] 杨清盈, 谢忠坚, 初 麒, 等. 茄果类蔬菜多工位嫁接作业效率分析[J]. 现代农业装备, 2023, 44(01):24-28+84.
- [16] 李友余, 刘 凯, 姜 凯. 茄果类蔬菜嫁接机切削装置工作参数优化与试验[J]. 机械设计与制造工程, 2020, 19(08): 43-47.
- [17] 谢忠坚, 辜 松, 初 麒, 等. 茄果类蔬菜种苗高效嫁接机器人研制[J]. 农业工程技术, 2020, 40(18):85.
- [18] 吕亚军, 辜松, 谢忠坚, 等. 茄果类种苗贴接法嫁接下压夹持试验[J]. 农机化研究, 2018, 40(08):159-162.
- [19] 彭玉平, 辜 松, 初 麒, 等. 茄果类嫁接机砧木上苗装置设计[J]. 农业工程学报, 2016, 32(11): 76-82.
- [20] 刘作明. 让茄子提前半个月上餐桌[N]. 鞍山日报, 2011-03-29(A01).

- [21] 牟永花.茄果类嫁接苗产业化生产技术体系和生长模型研究.浙江省,浙江传化生物技术有限公司,2008-08-07.
- [22] 常 康.台湾番茄嫁接机械化技术[J].台湾农业探索,2004(02):33.
- [23] 张 青.茄果类嫁接种苗的工厂化繁育技术与开发.辽宁省,海城市三星生态农业有限公司,2002-11-23.
- [24] 吕亚军.茄果类半自动高速嫁接机关键机构设计与试验[D].华南农业大学,2018.
- [25] 姜 凯,王 秀,张 骞,等.茄果类蔬菜嫁接装置设计与试验[J].农机化研究,2015. 37(04):131-135+139.
- [26] 冯 捷,李 恺,杨艳丽,等.2JT-M-2014型茄果类蔬菜嫁接切削器的研制[J].农机化研究,2015,37(08):107-111.
- [27] 徐祥朋. 茄果类嫁接排剪切削装置关键部件研究[D].华南农业大学,2016.
- [28] 田志伟,马 伟,姚 森,等.卧式蔬菜苗嫁接机设计与试验 [J].中国农机化学报 ,2022.
- [29] Zhang K,Chu J,Zhang T,etc. Development Status and Analysis of Automatic Grafting Technology for Vegetables[J]. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2017, 48. 1-13.
- [30] Yan G, Feng M,Lin W,etc.Review and Prospect for Vegetable Grafting Robot and Relevant Key Technologies[J]. Agriculture 2022, 12, 1578.
- [31] Chu J, Zhang T, Zhang L,etc. Design and experiment of tube-outputting device for vegetable grafting machine using tube-grafting method[D]. 2016, 47. 64-70.
- [32] Chu J, Zhang T. Design and experiment of vegetable grafting robot operated by one-person for cucurbitaceous seedlings cultivated in humus pots[J]. Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2014,45. 259-264,295.
- [33] Ray Pankaj, Singh Hemant, Solankey Shashank S ,etc. Improvement of Vegetables Through Grafting in Changing Climate Scenario[EB/OL]. 2023,10.1007/978-3-031-20840-9_12.
- [34] Tamilselvan Ilakiya, Parameswari E , Davamani Veeraswamy,etc. Grafting Mechanism in Vegetable Crops[J]. 2022, 9. 18-26.
- [35] Yan Guoping , Feng Maoshuo, Lin Weiguo, etc. Review and Prospect for Vegetable Grafting Robot and Relevant Key Technologies[J]. Agriculture. 2022, 12. 1578.
- [36] Pradeepkumara N, Subhasmita Subhashree, Kb Kowsalya, etc. Grafting technique: a novel advancement in vegetable breeding[J]. 2022, 469-480.

[37] Majhi Prasanta, Bhoi Tanmaya Kumar, Sahoo Kishore, etc. Understanding the Genetics and Genomics of Vegetable Grafting to Ensure Yield Stability[J]. 2023.

[38] Kumar Udit, Ghosh Saipayan, Kumar Vivek, etc. Vegetable grafting: A new milestone for mitigating global climate change[J]. Pharmaceutica Analytica Acta. 2022, 10(12). 586-589.

[39] Mavlyanova R, Lyan E. Increasing the yield of melon in a greenhouse at vegetative grafting on vegetable marrow rootstocks[J]. Vegetable crops of Russia. 2022, 55-59.

[40] Malik Ajaz A, Malik Geetika, Narayan Sarath, etc. Grafting technique in vegetable crops -A review[J]. 2021, 23. 104-115.

[41] Mohanta Smaranika, Prasad BVG, Rahaman Sajidur, etc. Vegetable Grafting[J]. 2019, 2. 104-108.

[42] Giri Hom, Kharal Sudarshan, Shrestha Arjun, etc. Vegetable Grafting: Methods, Uses and Opportunities for Nepal: A Review[J]. Agricultural Reviews. 2021,10.18805/ag.R-160.

[43] Maurya Deepak, Pandey Ankit, Kumar Vikash, etc. Grafting techniques in vegetable crops: A review[J]. 2019,1664-1672.

[44] Singh Praveen, Selvakumar Raman, Singh Chand, etc. Vegetable grafting for combating stresses and to increase productivity[J]. 2021.

[45] Kumar Rishabh, Thakur Nikhil, Dogra B, etc. Vegetable Grafting: A novel approach for tolerance against environmental stresses[J]. 2023, 12. 2501-2507.

УДК 621.865.8

ВСЕНАПРАВЛЕННЫЕ КОЛЁСА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Шишковец П.Д.

Научный руководитель – Холод П.В., асс. кафедры РТС

Всенаправленное колесо – это тип колеса, которое может свободно вращаться более чем в одном направлении. Всенаправленные колёса широко применяются в робототехнике, позволяя мобильному роботу двигаться практически мгновенно в любом направлении, независимо от текущего положения и ориентации. Существуют различные конструкции всенаправленных колёс. Рассмотрим два основных типа: специальные всенаправленные колёса (Omni колёса) и колёса Mecanum.

Колёса Omni [2] специально разработаны для создания бокового движения в дополнение к обычному вращению, то есть к движению вперед и назад. Это стало возможно благодаря небольшим роликам,