关于富景中国控股有限公司
土壤重茬与盆菜种植影响的意见

董事会
富景中国控股有限公司

致：张永刚先生

均富融资资本有限公司
香港金钟夏慤道 18 号海富中心 1 座 27 楼 2701 室

致：保荐人团队

敬启者：

关于：富景中国控股有限公司查询关于农地耕作模式对土壤养份平衡的影响、土壤重茬与盆菜种植影响的意见及其他协助

崔德杰教授是青岛农业大学资源与环境学院院长，青岛农业大学三级岗位教授，硕士生导师，山东省现代农业产业技术体系棉花产业创新团队岗位科学家，中国土壤学会理事，山东省土壤与肥料学会常务理事，山东省植物营养与肥料学会理事和山东省旱作技术学会理事，主要从事土壤环境质量调控、土壤污染治理和土壤培肥研究工作。

崔德杰教授 2005 年毕业于沈阳农业大学土地与环境学院获博士学位。主讲研究生《土壤质量调控》，本科生《土壤学》等课程。先后主持和参加完成了十几项国家、省部级研究项目，其中国家自然基金项目 6 项、山东省自然科学基金 2 项、山东省科技攻关 3 项、青岛市科技局课题 3 项、横向合作项目 30 余项。

崔德杰教授获山东省教委科学技术进步一等奖 2 项，三等奖 1 项，山东省科委科学技术进步三等奖 1 项，青岛市科学技术进步一等奖 1 项，发明专利 3 项。在《Science of the Total Environment》、《Pedosphere》、《土壤学报》、《植物营养与肥料学报》等期刊上发表论文 50 余篇。主编教材和科技书籍 5 部。

崔德杰教授主要从事土壤环境质量调控、障碍土壤修复与可持续利用研究工作。在面源污染防治、盐碱地提质增效绿色开发、棉花轻简化生产、花生连作障碍和障碍性土壤修复方面取得一定成果。在花生连坐障碍方面开展了相关研究，发表了科研论文（梁伟 等，2019；颜艳伟 等，2011），研究成果荣获 2019 年山东省科技进步三等奖。

青岛农业大学资源与环境学院成立于 2005 年 8 月，自 2013 年以来，承担省级以上科研课题共 77 项，其中国家自然科学基金项目、国家支撑计划、国家科技重大水专项、公益性行业专项等项目 43 项，省部级科研项目 34 项，地厅级和横向项目 124 项。

关于富景中国控股有限公司（下称“富景农业”）查询关于农地耕作模式对土壤养份平衡的影响，主要包括以下事项：

1、 重茬的定义及其对土壤养份平衡的影响及分析

2、 需要避免重茬的农作物；避免使用重茬对农作物生产企业的利弊和其原因；

3、 重茬对农作物生产企业的种植计划，土地效益，收益和利润的影响，並分析其原因；

4、 盆菜种植模式利弊及是否有效应对重茬所帶來的负面影响；

5、 盆菜种植是否普遍；是否有其他方法能避免或减少重茬帶来的影响，及各方法之间的相互比较及是否符合经济效益；及

6、 以盆菜种植叶类蔬菜的生产模式是否能有效避免重茬的坏处？是否可以评估和量化以盆菜种植叶类蔬菜的效益。

经审阅上述主要查询事宜后，现提供意见如下：

1、 重茬的定义及其对土壤养份平衡的影响及分析

重茬或连作障碍是指在同一地块上连续种植同种作物，即便是正常的栽培管理措施下也会出现生育状况变差、品质变劣、产量降低的现象（陈晓红和邹志荣， 2002）。重茬可造成：土壤养分的失衡；土壤微生物环境失调；土传病虫害的积累；自毒物质的作用。

土壤养分失衡：

重茬使土壤出现缺素症状。每种作物都有喜好的固定养分，长期连作，就会导致该作物对喜好的养分（尤其是微量元素）吸收较多，使不喜或有害的元素富集，造成土壤养分比例失调，土壤酸碱度发生变化，某些元素的可利用程度降低，进而作物表现出缺素症状，形成生长障碍。随着重茬年限的增加，土壤中氮、磷、钾总量变化不大，出现缺素症状主要缺乏中微量元素如锌、硼成倍减少，速效氮和速效钾的含量明显降低（赵德新，2016）。例如，随着大豆连作年限的增加镁、锌、钼和测含量呈逐年下降趋势铁、钙和锰没有表现出线性规律（孙磊，2008）。

土壤微生物环境失调：

连作障碍的产生是多种因素共同作用的结果，土壤微生物在土壤养分的循环过程中起着重要的作用。但微生物环境失调被认为是导致土壤质量下降的主要原因之一。连续种植同种作物会改变土壤微生物环境，使土壤中的微生物群落发生巨大变化；病原菌数量显著增加，有益的微生物数量大幅降低，改变土壤原有的微生物生态系统。大蒜连作 15-20 年后根际土壤中微生物结构失调，土壤酶活性下降，连作障碍明显（段春梅 等，2010）。

土传病虫害的积累：

连作提供了根系病害赖以生存的寄生和繁殖场所，作物残体上病原菌积累，使土传病害严重发生（陈晓红和邹志荣，2002）。土传虫害主要是病原线虫寄生于植物的根部形成根结线虫病害（王长义 等，2020）。

植物的自毒作用：

在连作条件下，土壤生态环境特别是病原微生物代谢产物、植物茎叶挥发和淋洗物、植物残体腐解物以及根系分泌物的化感作用等对植物生长产生抑制作用。花生植株不同部位及根际土壤水浸液对花生种子萌发和幼苗生长均具有不同程度的抑制作用（Huang et al.，2013）。花生的根系分泌物显著抑制了花生幼苗株高的生长和鲜质量的增加（Liu et al.，2010）。

2、 需要避免重茬的农作物；避免使用重茬对农作物生产企业的利弊和其原因

基于可用土地的面积限制，行业内的农业生产者经常需要于有限土地内不断种植农作物，土地普遍没有充足的休养时间，因此，连作障碍在多种园艺作物和大田经济作物中普遍存在，尤其在设施蔬菜的种植方面，设施蔬菜生产具有高度集约化、复种指数高和种类单一的特点。需要避免重茬的作物有：豆类植物：如黄豆，豌豆等；瓜类：如黄花，南瓜等；蔬菜：如叶菜类、大葱，大蒜等；草莓和一些中草药等

（http://www.360doc.com/content/19/1104/15/6143324_871046721.shtml）。

避免重茬对农作物生产企业的益处：选用清洁的基质，彻底消毒，营养全面，减少病虫害；每一个盆单独种植，便于控制病虫害，不易传染及降低交叉感染风险；避免长期种植同一种作物带来的土壤养分失衡问题；避免病原物积累（孙玉东，2019；王国强 等，2019）。可以提高农作物产量和品质；节约生产成本。

原因：通过富景农业种植方式可从重茬产生和传播途径避免重茬带来的负面影响，进而避免重茬带来的损失；同时富景农业可精准施肥，在农业生产投入上可节约生产成本。虽然富景农业以基质种植的方法技术要求较高，前期需要投入的时间及资金较大，但长远而言，可避免重茬造成的生产量下降及病虫害等风险，实行全年生产，使全年的产出量维持稳定，对公司而然具有长期优势；而无公害盆栽蔬菜因其质素较高受市场认可，较一般蔬菜具更高的生产技术含量，市场竞争对手较少，因此毛利率也较一般蔬菜为高。

3、 重茬对农作物生产企业的种植计划，土地效益，收益和利润的影响，并分析其原因

即使在正常的管理下，重茬也会使农产品出现生育状况变差、产量降低、品质下降、病虫害严重的现象，给农业生产带来严重的危害及造成巨大的经济损失。重茬将迫使原本计划连年种植的蔬菜改种其他作物，降低土地效益和农户收益。一些农作物如棉花、烟叶、芝麻、西瓜、黄瓜、草莓、党参等，重茬后减产非常严重，一般减产幅度都在 20%以上，高者甚至达到 50%以上乃至绝收（https://m.sohu.com/a/53725897_117621）。主要原因是重茬降低了农产品的产量和品质，同时农民加大施肥量等因素又进一步加重了重茬以及增加了生产成本。

如果种植的农作物没有重茬现象，就可以有效减少连作障碍的出现，土壤养分可以更好的保持均衡，避免土壤产生次生盐渍化，能够有效提升蔬菜的产量和品质。

4、 盆菜种植模式利弊及是否有效应对重茬所带来的负面影响

富景农业以盆菜种植的模式能够避免重茬，每一茬种植之后，更换新的基质，可以避免病原物积累，土壤盐渍化，以及化感作用，能够更好的保证农产品产量和品质。

盆菜种植模式的优点：选用清洁的基质，彻底消毒，营养全面，减少病虫害；每一个盆单独种植，便于控制病虫害，不易传染；避免长期种植同一种作物带来的土壤养分失衡问题；避免病原物积累（孙玉东，2019；王国强等，2019）。不同类型土壤的性质千差万别，但是盆菜种植作物种类不受当地土壤条件限制，可以根据不同作物对土壤的要求个性化种植。盆菜种植没有了土壤耕作这个过程，避免了耕作过程对土壤产生的压板问题，不会产生犁底层，土壤的通气透水性好，提高了肥料和水分的利用率。同时避免了所施用的化肥随灌溉水进入地下水，避免了对地下水的污染。盆菜种植每几株作物一盆，互相避免了土传病虫害交叉感染传播。在管理上可以对每盆检测土壤养分含量，根据每一批次生长情况和土壤情况配方施肥，既能避免作物缺素，又能节省肥料，降低土传病害的发生概率。

从重茬产生的原因和传播途径来说，盆菜种植可以有效应对重茬所带来的负面影响。

盆菜种植模式的缺点：种植要求比较高，对盆的大小有一定的要求；使用的基质必须清洁，彻底消毒；种植盆栽蔬菜在温室、塑料大棚等保护地内进行，风口和门口要用防虫网封严；每一茬结束后换土，工程量大，投资费用较高（赵荣艳 和 刘艳红，2013；孙玉东，2019）。盆菜种植前期投入比大田种植多，但是如果综合考虑作物产量和品质的提高以及管理过程化学肥料投入量的减少等有利因素，盆菜种植前期投入回报率高。

5、 盆菜种植是否普遍；是否有其他方法能避免或减少重茬带来的影响，及各方法之间的相互比较及是否符合经济效益

单一的作物种植，会对土壤和植物带来不利的影响，会造成土壤养分失衡，土壤生物学活性降低，以及根系自毒作用，为了减轻重茬带来的影响，有的企业选用盆菜种植的模式，但目前仍不普遍，但是盆栽市场需求量越来越大 （孙玉东，2019）。主要原因是农户种植面积有限，未形成集中连片规模化种植模式；农户对盆菜种植认识程度不足，需要加大推广力度。

传统大田种植在田间水分管理上采用大水漫灌、滴灌、喷灌。相对而言，大水漫灌用水量大，滴灌会出现滴灌孔受堵、滴灌带一段时期要更换一次，滴灌、喷灌都需要相应的设备，有设备投入和维护费用。

盆菜种植前期也需要投入，但是使用时间长，维护费用低，如果同时计算盆菜种植避免重茬危害而产生的经济效益，盆菜种植产生的经济效益更高。

6、 其他方法能避免或减少重茬带来的影响

生产上可以通过合理轮作和休茬、间作套种、选用抗性品种和采用嫁接技术、改良土壤等方法以减少重茬带来的影响（廉蔺 等，2020）。

轮作和休茬：

在同一田块上，按照一定的年限，有顺序地轮换种植几种不同种类作物的种植方式，也称倒茬或换茬 这一茬不准备种植任何作物，而是用有机肥将菜地养肥，等第二年再种高品质的作物称为休茬。在解决设施土壤连作障碍方面，轮作和休茬是目前应用较广且效果明显的一种方法。

但受到蔬菜产区生产技术和产量的要求，轮作和休茬很难实施。

间作套种：

间作套种是指在同一土地上按照一定的行株距和占地的宽窄比例种植不同种类的蔬菜作物，即运用群落的空间结构原理，以充分利用空间和资源为目的而发展起来的一种农业生产模式。间作套种不仅可以提高土地利用率和单位面积的产出，而且可以部分解决连作障碍问题。

但是间作套种要依据作物生长特性选择，在针对市场需求和变化方面可选择作物种类有限。

选用抗性品种和采用嫁接技术：

利用抗病品种和嫁接技术可以降低病原菌的侵染率，嫁接技术还可以帮助设施蔬菜克服自毒作用 以设施黄瓜为例：迄今为止，已选育出很多对病虫害具有抗性的设施黄瓜专用品种。

此项技术也不能从根本上消除连作障碍， 只是延缓了土壤连作障碍的发生，因为砧木本身也会发生连作现象（王长义 等，2020）。

错时栽培，避开病害发生期

缺点：错时栽培要根据不同蔬菜发病期开展，对大规模蔬菜生产来说具有局限性，土壤中依然会存在多种线虫和土传病虫害，即使减轻危害也不能根除。

改良土壤：

土壤消毒。通过使用多功能棚膜、非农药多功能杀菌器、杀虫灯、黄蓝板、防虫网、移栽灵等绿色防控技术，减少农药过量使用。

此项技术会增加生产成本，也不能从根本上解决重茬问题。消毒法如果长期使用化学药剂不可避免的会对土壤和蔬菜产生影响。

土壤修复。主要途径：结合土壤深耕深施有机肥、 测土施肥 土壤消毒剂 微生物菌剂，起垄栽培，高温闷棚，水肥一体化膜下滴灌，建设秸秆生物反应堆，施用土壤团粒结构促进剂等。

相对而言，富景农业可针对每一盆作物生长和土壤情况采取精准施肥、水肥一体化滴灌等措施。

高温闷棚。在拉秧后的盛夏季节，施用石灰、在霜霉病发生初期，晴天中午密闭大棚。

采用高温闷棚是由于有土传病虫害。而富景农业种植方式可从传播途径上有效避免土传病虫害。

增施有机肥，改良土壤，提高蔬菜的抗病能力。

缺点：施用有机肥主要是增加土壤有机质含量，然而土壤有机质也是包括根结线虫在内的土壤动物、土壤微生物生存的必要条件之一，需要同时采取其他措施降低多种线虫和土传病虫害的危害。

生物防治，采用生物防治的方法不仅可以有效避免农药残留，促进绿色农业的发展；同时能够保护土壤中的微生物群落和有益蔬菜生长的昆虫。

缺点：生物防治具有局限性。首先生物防治需要大面积连片进行，单独一块地效果不明显；其次目前尚不能只采取生物防治多种线虫和土传病虫害，还需要结合其他措施。

除此之外还有选用抗病品种或嫁接栽培，蔬菜嫁接技术还可以有效防治多种线虫和土传病虫害的危害，黄瓜、，甜瓜、西瓜、番茄、茄子等作物在嫁接技术上取得了很好的效果。缺点：选用抗病品种的缺点是只能有限防治土传病虫害，不能从发病原因和传播途径上阻断。嫁接栽培需要一定的技术，在没有技术条件的情况下很难大面积推广。

6、 以盆菜种植叶类蔬菜的生产模式是否能有效避免重茬的坏处？是否可以评估和量化以盆菜种植叶类蔬菜的效益

盆菜种植叶类蔬菜可以有效避免重茬的坏处。叶类蔬菜与其他作物相比在重茬起因和传播途径上具有共性，即在同一地块上连续种植同种作物，即便是正常的栽培管理措施下也会出现生育状况变差、品质变劣、产量降低的现象。叶类蔬菜重茬也可造成：土壤养分的失衡；土壤微生物环境失调；土传病虫害的积累；自毒物质的作用（潘剑，2020；王长义 等，2020）。而叶类蔬菜与其他作物相比，在生长期长短以及对水分、光照、养分等需求不同。这些并不是重茬带来的问题。因此盆菜种植叶类蔬菜的生产模式可以有效避免重茬的坏处。盆菜种植与传统农业相比，可至少提高 20%由于重茬带来的减产损失。

7、 富景农业盆菜种植模式能有效避免重茬的坏处和其经济效益的优势

富景以盆菜种植叶类蔬菜的生产模式能有效避免重茬，解决了重茬问题，大大提高了土地的使用率，能够使蔬菜种植不受重茬的影响，同时配合合理的农业生产设施可以达到蔬菜全年供应；以富景农业过去出产的 27 种(包括但不限于茼蒿、油菜、苦菊、油麦菜、白菜、生菜、乌塌菜及山芹等)叶菜类盆栽蔬菜为例，以富景农业的新式冬暖棚(包括背靠墙式冬暖棚及钢架冬暖棚)的生产方式，一年平均可产出蔬菜约 14 茬。由于植物的生长受季节性因素如温度及日照时间影响，14 茬为一整年的平均数；一至三月的平均温度较低日照较短，植物生长周期较长，七至九月的平均温度较高日照较长，植物生长周期较短；第一、第二、第三及第四季各自的平均茬数分别约为 2.7、3.4、4.5、及 3.4 茬。 14 茬为富景农业使用新式冬暖棚于理想生长条件的情况下预计可产出的最高数字，于一般或较差的生长条件及情况下年平均茬数可以比此数字低约 30%。另外，盆栽蔬菜的销售是以盆为单位，解决了生鲜农产品运输及销售过程中的亏耗及保鲜问题，提高了产品价值。就以上所述的生长茬数，假如以富景农业的旧式钢架棚(指富景农业 2018 年及之前用的普通钢架棚及 2020 年大连基地的普通钢架棚或同级大棚)生产公司的盆菜，一年的平均茬数则约为 11 茬，第一、第二、第三及第四季各自的平均茬数分别约为 0.9、3.4、4.5 及 2.2 茬，当中的第一季及第四季数字较低是因为普通钢架棚于第一及第四季平均分别约有 60 及 30 天会因天气太冷而不能种植。11 茬为旧式钢架棚理想生长条件及情况下预计可产出的数字，旧式钢架棚较受天气因素影响，于一般或较差的生长条件及情况下年平均茬数可以比此数字为低。总体而言，富景农业的一年平均茬数为 10-14 茬左右，14 茬必须配合最佳的生长条件才可达到，于较一般条件下，大约可出产 10 茬，如在极端情况下（如恶劣天气、病虫害等），平均茬数可能会低一些。

8.据了解，富景现在的大棚地面尚未完全封闭，只铺设了地布，在浇水过程中，会导致大量的水聚集在地表，肯定会导致大棚内湿度增加，而湿度增加则容易增加病害风险。尤其在冬季，如果棚内湿度过大，要降低湿度就必须要进行强制通风，而冬季通风容易导致棚内温度降低，影响蔬菜生长速度，也容易发生冻害风险。通过铺设玻璃钢地面封闭水槽，能够将多余的水通过水槽及时排出棚外，这样既能够提高浇水效率减少用水量，同时完全隔绝原有土地，很大程度上降低棚内湿度，大大降低蔬菜病虫害风险。

8、 大田种植、水培和盆栽种植的对比分析

以下是三种种植法大田种植、水培和盆栽种植的对比分析：

	（传统）大田种植	水培	盆栽种植
种植过程的主要步骤	1. 在种植床上犁地或松土，为栽种做准备； 2. 播种； 3. 生长管理，主要包括浇水、施加化肥及农药以及除草；及 4. 成熟后收割	1. 配制富含营养的水； 2. 育苗； 3. 移植至水培养殖系统； 4. 生长管理，主要包括控制温度及湿度、定期更换营养液及维护抽水设备；及 5. 成熟后收割	1. 预先混合有机基质； 2. 播种； 3. 生长管理，主要包括浇水、控制温度、湿度及二氧化碳浓度以及害虫防治 4. 一旦成熟便以盆出售（无需收割）
主要限制	• 需要宽广且平整的种植区域 • 整地需要时间及成本 • 面临有害的外部因素	• 易受水及电力供应短缺影响 • 安装及维护成本高昂 • 由于蔬菜农产品共享相同的营养液，面临水源性疾病传播的风险	• 初始投资成本相对较高 • 由于以盆运送，成熟蔬菜农产品的交付成本较高
初始投资成本	相对较低，而土地成本为主要成本项目	相对较高，因为需要建造大棚、安装水培系统及研发营养液的成分	相对较高，因为需要建造大棚、研发基质的成分及购买原材料
适用品种	几乎所有品种，惟受限于种植床的条件	水培种植蔬菜目前可种植品种少，有的叶菜品种不适合水培 。	几乎所有生长期短的叶类菜品种都适合盆栽种植，部分生长周期长的结球类大头菜、结球生菜等不适合盆栽种植
营养价值	高度依赖种植床的肥力，而其受连作及应用化肥及农药的影响。每次种植的蔬菜农产质量、营养价值及食品安全水平可能有所不同。与水培和盆栽种植相比，在保持耕作床的肥力方面必须使用更多的肥料。 而且，除非耕作设施配备温室，否则必须广泛使用农药和杀虫剂来应对害虫，从而降低产品质量，因此会降低其毛利和净利润。	由于蔬菜农产品仅从营养液中摄取其生长所需的所有养分，而营养液为各种化学物质的混合物，营养配方的质量影响蔬菜农产品的营养价值水平。化学物质供给过量 / 不足将直接影响质量及食品安全水平。	使用有机物质配制基质可为土壤维持微生物平衡，加上每次种植时使用新的有机基质，蔬菜农产品的营养价值更有可能获保留。此外，通过使用温室来控制害虫，将使用农药和杀虫剂降到最低。最低限度使用化学肥料、杀虫剂及农药亦确保了蔬菜农产品的质量及食品安全水平。

技术要求	最低；种植过程可通过基础设备及设施完成	高；于蔬菜农产品的不同生长阶段，营养液成分有所不同	高；最佳的有机基质配制需要使用园艺技术。
销售方法	成熟的蔬菜农产品在销售前将经历收割、包装及运输。一般而言，有关蔬菜农产品将于 3 至 5 天内保持新鲜	成熟的蔬菜农产品在销售前将经历收割、包装及运输。一般而言，具备较好的包装情况下，有关蔬菜农产品将于 3 至 5 天内保持新鲜。	成熟的蔬菜农产品在销售前不会被收割。一般而言，有关蔬菜农产品将于交付后 10 至 14 天内保持鲜活
目标客户群	家庭及餐饮行业	家庭及餐饮行业	食品及饮料行业，尤其是酒店及餐厅
零售价	零售价一般维持于消费者可接受价格范围的下限，主要是由于最终产品较简单及其附加价值相对较低。尽管如此，若干蔬菜农产品的零售价于不同季节可能产生波动（尤其是易受温度变化影响的蔬菜农产品），原因是供给有限。	零售价与一般大田种植的蔬菜相若	零售价预计为客户可接受价格范围的上限，可为传统种植方法所种植蔬菜农产品价格的 4 至 5 倍。定价较高乃由于蔬菜农产品于鲜活状态下出售，及每盆使用一次性的基质、有机栽培过程及初始投资成本较高。由于盆栽蔬菜农产品乃于大棚中栽培及面向餐饮行业的商业部门，有关供应将维持稳定，而需求相对缺乏价格弹性。因此，于整个年度内，零售价将维持相对稳定。
每年产出茬数	由于连续重茬的负面影响，导致产出率将逐渐恶化。由于连作产生的负面影响，每次种植之间通常会进入土壤恢复的休耕期或种植其他农作物，限制了每年的最大产量。如无有效或合适的隔热装置，很多品种无法于夏季或冬季生长，生产力和产出率会较低。预计该种植方	水培有利于若干耗水量大的蔬菜（如生菜、紫生菜及罗马生菜等）的生长，平均每年可实现 6 至 10 茬种植产出。	凭借大棚的使用，一次性的基质以及不受连续重茬的负面影响，采用盆栽种植方法的蔬菜生产商将获得较高的生产率，视乎大棚情况及适当利用可种植时间，通常每年最多可种植 10 至 14 茬。

	法，蔬菜生产商每年只能完成 2 至 6 茬种植产出。		

9、 大田种植方法的生产数据

以新型温室大棚作为温室盆栽种植，一般每年可产蔌菜 10-14 茬。盆栽蔬菜销售不受季节、市场价格波动影响。盆栽种植模式种植盆栽叶菜不受重茬因素影响，可周年化种植盆栽叶菜。

以温室大田种植叶菜，理论上可产 4-6 茬，受作物重茬影响，目前还没有同一地块周年种植叶菜的现象，生产者都是通过合理轮作来减少重茬影响，因此叶菜在实际生产过程中一般为 2-3 茬，其他 2-3 茬可种植番茄、黄瓜、辣椒、豆角等作物，按照每茬平均产量约 2,500 公斤，大约每年每亩可产 10,000 公斤蔬菜，这种蔬菜的季节性以及每年的市场行情不一，价格波动幅度大。以普通大田种植方法种植某些品种如小白菜，只能在春秋季节种植，在实际生产过程中一般为 2-4 茬，大约每年每亩可产 4,000 公斤。因为春秋季节各种蔬菜大量上市，因此大田菜价格较低。

以大田种植叶菜，一般只可产 2-6 茬，原因是：1、最主要是重茬的影响，同一品种的蔬菜不能连续种植，在其中需要穿插其他品种的蔬菜如：黄瓜、西红柿、茄子、辣椒、豆角等茄果类的蔬菜，而这些茄果类蔬菜的生长周期及收获期时间较长。

2、在夏季高温以及冬季低温情况下一般难以种植或生长周期长。

因露天种植蔬菜没有保护措施，容易受到自然灾害影响，特殊月份可能造成绝产。同时普通大田种植模式受重灌影响。而露天没有防虫网等措施保护下，势必增加农药的使用，容易受到农残超标的影响。

我国常见农业自然灾害有春秋季寒潮、霜冻影响，夏季暴雨、冰雹、大风等自然灾害。常见虫害有蚜虫、菜青虫、小菜蛾、甜菜夜蛾、跳甲、斑潜蝇、蝗虫等。绝产失收例子：2018 年 8 月山东潍坊地区突降特大暴雨，露天蔬菜都被暴雨淹没、摧残，导致很多地区露天蔬菜颗粒无收，由于这些自然灾害都来得比较突然、有一定的随机性，大田的农业生产者较难于短时间内执行一些措施去防范或降低损失。

普通温室大田种植与普通大田种植都无法做到周年化供应，市场无法长期维持。

10、 一般大田蔬菜栽培、水培、盆栽种植的同样品种的蔬菜，质量和营养价值的区别

一般大田蔬菜栽培，蔬菜的质量不可控，因为没有品牌，农户散户种植只追求产量，追求外观好看（没有虫眼），加上重茬的原因，所以投放的化肥及农药较多，导致土壤有机质降低，土壤酸碱化，降低蔬菜品质，容易造成蔬菜亚硝酸盐超标、蔬菜农残超标，大田蔬菜往往有苦涩的味道，品质与营养价值偏低。

水培蔬菜相比大田蔬菜是有优势的，水培蔬菜是生长在水中，通过添加人为配制的营养液来供应养分，通过科学的供应作物生长健壮，长势好，整洁卫生。水培也可以避免连作障碍，不受土壤土地限制，同时水培蔬菜在温室中生长，可以减少自然灾害对作物的影响，因此水培蔬菜的产品质量安全相对大田栽培蔬菜能相对更高。但部份水培蔬菜也有缺点，水培蔬菜所需营养液是纯化学肥料配置，营养成分单一，如果配比使用不当会增加蔬菜中亚

硝酸盐含量。水培蔬菜可种植品种少，有的叶菜品种（例如：苋菜、养心菜、田七、茴香、茼蒿、山芹、空心菜，木耳菜，苔菜，韭菜等）不适合水培 。水培蔬菜要经过采收、包装、运输、配送等环节才能到消费者手中，水培蔬菜不易存储，不能保证蔬菜的新鲜，并且蔬菜在采收后，外观与普通大田菜并无大区别，品牌价值无法体现，价格难以提升。

中国现在有部分企业生产水培蔬菜，水培蔬菜不是很普遍。主要因为国内水培模式种菜很难盈利，水培方式主要是立体栽培，前期投入成本太高，如水培苗床、通风设备、加液、排液、营养液循环系统，部分立体栽培水培模式还要加补光灯，需要耗费大量的电力。同时水培模式耗费人工较多，育苗、移栽、采收都需要耗费大量人工。同时水培蔬菜需要在人工化的环境中生产，前期投资成本高，管理成本高，但是其生产出来的蔬菜价格与普通大田蔬菜价格相差无几，因此经济效益不是很高，回本缓慢。

盆栽有机种植模式相比大田蔬菜与水培蔬菜，生产出的蔬菜品质更高，营养成分全面，粗纤维含量较低（因为盆栽有机基质营养全面，适宜蔬菜生长，叶菜长的快，不会出现老化现象，所以粗纤维含量低）， 品相及口感好，蔬菜成熟后通过连盆运送到消费者手中，消费者现吃现割，最大程度的保证蔬菜的新鲜。富景农业盆栽蔬菜口感带点甘甜的味道，更鲜嫩。富景农业盆栽种植的优势主要有以下几点：

1. 栽培基质为富景公司自主研发配比的有机栽培基质，不添加任何化学成分肥料，科学配比，营养全面，适宜盆栽叶菜生长，长势好，产量高，营养全面，口感好。

2. 避免连作障碍：在蔬菜的田间种植管理中，土地合理轮作、避免连年重茬是防止病害严重发生和蔓延流行的重要措施之一。而通过每一茬换新的种植土，从根本上解决了此问题。

3、不受土壤限制：盆栽种植模式彻底脱离了土壤环境，不受土质、水利条件的限制，地球上许多沙漠、荒原或难以耕种的地区，都可种植。

4、富景公司自主研发改进的新型钢架冬暖棚，有保温设备、外遮阳设备、通风设备 、防虫网等，保证盆栽叶菜周年化健康生长。

5、盆菜产品是以盘为单位，不称重。这是该产品及销售的核心优势之一，解决了传统生鲜农产品在运输及销售过程中的亏耗及保鲜问题。消费者收到产品后，可以在盘中以鲜活健康的状态继续生长 7-10 天，叶菜重量还会继续增加，并且不会产生损耗，使消费者随时随地吃到真正鲜活的叶菜。

11、 盆栽蔬菜栽培方法相较传统方法的技术要求及前提投资成本

盆栽蔬菜种植无论从前期投入、研发，以及生产过程中的管理、物资投入相对于传统种植要高很多，具体如下：

1. 栽培基质要求高。目前国内大多数盆栽叶菜行业所用的基质土为草炭土、珍珠岩、蛭石等通过添加一定的化肥配制而成。同时草炭土所含植物所需营养成分少，需要添加化肥来满足植物生长。富景公司配制有机栽培基质采用有机物如农作物秸秆、菇渣、锯末、畜禽粪便等，经发酵或高温处理后，按一定比例混合，形成一个相对稳定并具有缓冲作用（基质物理性状稳定，疏松透气，肥效持久稳定），适宜根系健康生长的全营养栽培基质原料。

而传统种植则是在原有的土地上进行种植，因此土壤投入为零，传统种植既无法避免作物重茬的影响，又收到土壤污染的影响，病害、虫害无法预防，只能以“治”为主。

2. 栽培设施要求高。盆栽蔬菜种植大棚设施的投入比传统大棚种植投入高，盆栽蔬菜大棚要求的高度更高、操作空间更大、棚体结构更复杂，并且需要配备棉被、遮阳网、卷帘机、通风设备等设施。富景公司自主研发的

“蔬菜大棚环境监测系统”、“遮阳网卷帘装置”、“新型灌溉装置”可以更好的满足盆栽叶菜周年化生产以及防病、防虫的需要。

传统种植大棚设施投入较少，大部分的大棚设施空间小、高度低、结构简单。基本没有配备遮阳网、卷帘机等设施。

3. 工厂化、标准化生产。盆菜种植是在盘子中种植，能够做到定株、定距，既能够减少种子浪费，又能够保证作物合理生长，减少间苗等人工操作。富景公司自主研发盆栽蔬菜自动播种机，能够提高成品率及工作效率，很多工序由自动或半自动的设备完成。

而传统种植是粗放型的种植模式，其播种、浇水、施肥、防治病虫害、间苗、除草、耿地、翻地、收割等等都是由人工完成。

12、 以富景农业2020年的总产量约830万盆蔬菜为基准，种子、肥料和农药用量的评估

以830万盘蔬菜为基准，大约需要12,500公斤种子， 24,000,000公斤基质，4,250公斤左右的肥料，400公斤左右的生物农药。

13、蔬菜理想的生长环境包括：适宜的温度，一般15~30℃利于蔬菜的生长；适宜的光照和充足的水分养分等。在没有恶劣自然灾害（冰雹、强风等）的情况下，富景农业可通过新式钢架冬暖棚的控温功能，有效地为盆栽蔬菜提供适宜生长的环境，冬季通过保温棉被保温，夏季通过遮阳设备和通风设备降温，从而保证温室大棚内温度长期保持在15~30℃之间，有利于盆栽蔬菜的快速生长。

富景农业盆栽蔬菜一年可种14茬。一年为365天，可分为4个季度，即第一季度(1~3月)；第二季度(4~6月)；第三季度(7~9月)；第四季度

(10~12 月)。因为每个季度日照时间、平均温度不同，所以每个季度蔬菜生长周期不一样。具体地，第一季度（1~3 月）为 90 天，北方地区此季节日照时间短，平均气温低，盆栽蔬菜因此生长周期较其他季度要长，第一季度盆栽蔬菜的平均生长周期为 33 天左右，故第一季度可产盆栽蔬菜约 2.7 茬。第二季度（4~6 月）为 91 天，北方地区日照时间开始增加，平均气温回升。蔬菜在这个季度平均生长周期在 26~27 天左右，故第二季度可产盆栽蔬菜约 3.4 茬。第三季度（7~9 月）为 92 天，此季度北方地区日照时间最长，平均气温最高，富景农业新式冬暖棚具有遮阳设备、通风设备，可以很好地调控棚内温度，避免因温度过高导致的蔬菜减产。这个季度蔬菜生长最快，平均生长周期在 20~21 天，故第三季度可种植盆栽蔬菜约 4.5 茬。第四季度（10~12 月）为 92 天，此季度北方地区日照时间缩短，平均气温下降，本季度蔬菜平均生长周期约为 27 天，故第四季度可产盆栽蔬菜约 3.4 茬。综上，在理想生长环境下，一年可种植 14 茬盆栽蔬菜。

14、富景农业盆栽蔬菜生长周期能缩短到 20-33 天原因分析

1. 基质配方合理。基质富含蔬菜生长所需的营养，且养分有效性高更容易被植物根系吸收。

2. 基质疏松透气。相比于大田菜土壤易板结不利于根系生长，基质容重相对较小，总孔隙度较大，适宜植物根系的延伸生长，表现为根系旺盛。

3. 优良种子的选用。富景农业使用的种子都是经过筛选的适合盆栽种植的，特点是生长速度快以及耐病。

4. 种子催芽前处理。富景农业会根据需要进行种子浸泡催芽，加快种子发芽速度，缩短植物生长周期。

5. 新型种子包衣技术的使用。新型种子包衣技术不仅可有效促进种子发芽出苗、提高抗病虫害能力，进而提高成苗率，使苗的生长整齐健壮，也更适于机械化播种，降低人工成本。

6. 盆栽蔬菜生长周期短。由于采收标准的不同，与大田蔬菜相比，盆栽菜更鲜嫩，大致相当于大田菜的嫩苗期，盆栽蔬菜可更早采收上市。因此盆栽蔬菜生长周期比大田菜要缩短很多，而且盆栽蔬菜口感品质好而备受酒店客户欢迎。此外，相比于大田蔬菜，盆栽种植密度更大，株行距更小，单位产量显著高于大田蔬菜。以“上海青”油菜为例，大田种植上海青株距一般在株距 20cm 行距 30cm 左右，越冬种植的上海青单株可重达 50-100g，如果以大田菜标准种在盆里种菜，每盆最多可栽 4 棵菜计 200-400g/盆。而盆栽种植的“上海青”油菜株距 3 cm 行距 4cm 左右，每盆可种植 50 多棵，每株重量在 15g-30g 左右，总产量可达 500-1000g/盆，远远高于大田蔬菜。因此，盆栽蔬菜在保证产量的前提下，其生长周期也大大缩减了。

7. 智能化大棚的应用。随着科学技术的应用与发展，富景农业也紧跟时代潮流，在智能化大棚领域结合 5G 技术进行探索与改进，找到了符合自己的智能化温室大棚。富景农业在部分大棚使用温度传感器、湿度传感器、二氧化碳浓度传感器、光强度传感器、pH 传感器和小型农业气象站等设备收集相关数据，一方面将数据实时传送到 LED 显示屏，另一方面通过物联网系统将数据传送到控制中心，通过数据分析对遮阳系统、通风系统、灌溉系统、保温系统进行自动启、停或定时开启，进而对各项指标进行智能调控，有效保证植物长期处在适宜的生长环境中。

参考文献

Huang, Y.Q., Han, X.R., Yang, J.F., Liang, C.H., Zhan, X.M., 2013. Autotoxicity of peanut and identification of phytotoxic substances in rhizosphere soil. Allelopathy Journal 31, 297-308.

Liu, P., Wan, S.B., Jiang, L.H., Wang, C.B., Liu, Z.H., Zhao, H.J., Yu, S.F., Yang, L., 2010. Autotoxic potential of root exudates of peanut (Arachis hypogaea L.). Allelopathy Journal 26, 197-205.

陈晓红，邹志荣，2002. 温室蔬菜栽培连作障碍研究现状及防治措施. 陕西农业科学，16-17+20.

段春梅，薛泉宏，呼世斌，赵娟，魏样，王玲娜，申光辉，陈秦，2010. 连作黄瓜枯萎病株、健株根域土壤微生物生态研究. 西北农林科技大学学报(自然科学版) 38，143-150.

廉简，郭烨，张晓丹，2020. 设施蔬菜克服连作障碍技术应用. 农业技术与装备，82-83.

潘剑，2020. 设施蔬菜栽培连作障碍及治理对策. 农业科技与信息，32-33+37.

孙磊，2008. 不同连作年限对大豆根际土壤养分的影响. 中国农学通报 24，266-269.

孙玉东，2019. 基质盆栽蔬菜规模化种植技术. 河北农机，20.

王国强，陈燕红，赵艳丽，2019. 盆栽基质番茄架式栽培方法. 长江蔬菜，47-48.

王长义，郝振萍，陈丹艳，张爱慧，朱士农，2020. 设施土壤连作障碍产生原因及防治方法综述. 江苏农业科学 48，1-6.

赵德新，2016. 引起作物重茬障碍的诱因及防治措施. 农民致富之友，53.

赵荣艳，刘艳红，2013. 盆栽蔬菜栽培技术. 河北农业，25-26.

重茬减产多解决有方案. https://m.sohu.com/a/53725897_117621. 河南日报农村版.

哪些农作物不能重茬种植，为什么？ http://www.360doc.com/content/19/1104/15/6143324_871046721.shtml.

梁伟，赵亚慧，杜海岩，咸洪泉，崔德杰，2019. 抗连作菌剂对花生生长和生理特性的影响. 山东农业科学 51，79-84.

颜艳伟，张红，刘露，咸洪泉，崔德杰，2011. 连作花生田根际土壤优势微生物的分离和鉴定. 微生物学报，51(6)，835-842.

崔德杰，2019，花生连作障碍生物修复及高效施肥技术，山东省科技进步三等奖

【本次报告代表签字】

崔德杰教授

青岛农业大学资源与环境学院

2019.3.4