

遮阳对温室番茄物质生产和分配的影响

贾会丽, 李亚灵

(山西农业大学园艺学院, 山西太谷 030801)

摘要:为研究遮阳对温室番茄物质生产和分配等的影响,于2006年4~8月间采用透光率为28%的黑色遮阳网于每天11:00~15:00遮挡在植株周围进行试验观察。结果表明,遮阳后降温效果显著,平均降温6.4℃;遮阳后能延缓番茄植株衰老,延长生物量快速积累时期20d左右;遮阳对物质在营养器官和果实中的分配以及各器官干物质含量基本没有产生大的影响。

关键词:遮阳;温室番茄;生物量;生长速率

中图分类号:S 626; S 641.2 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2007)04-0063-05

Effect of Shading on Dry Matter Production and Allocation of Greenhouse Tomato

JIA Hui li, LI Ya ling

(Horticultural College, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

Abstract: The effects of shading on dry matter production and allocation of greenhouse tomato were studied. Shading was carried out between 11:00~15:00 each day from mid of April when plants had 8~10 leaves to mid of August. Shading material was black nylon with transmission rate of 28%. The results showed that after shading the temperature was remarkable reduced by 6.4℃. Shading not only could delay senescence of tomato plants but prolong at least about 20 days of biomass quickly accumulating period. Shading had little difference on dry matter allocation to vegetative part and fruit section and had no effect on dry matter content of all organs.

Key words: shading; greenhouse tomato; biomass; growth rate

温度是最重要的影响干物质生产和分配的因素,温度直接地影响植株器官的库强,并进一步的影响干物质的分配^[1]。对果菜类作物来说,分配到果实中的干物质随温度而增加,并且温度过高时,分配到地上部的物质大部分消耗在叶柄和茎的伸长上,使植株徒长并造成大量落果,同时会导致植株呼吸消耗增加,累积的干物质减少,最终使辐射能截获量减少,降低作物产量^[2,3]。

近年来华北地区温室番茄栽培发展迅速,但华北地区夏季温室温度较高,温室内气温经常超过35℃^[3,4],有时高达40℃。已有研究表明,华北地区的夏季高温对番茄的生物量积累有着重要的影

响^[3],可能是造成华北地区番茄产量较低的主要原因。因此,如果要进行越夏长季节栽培,须采取降温措施或培育耐热性品种,目前温室采用的主要降温方式主要有:遮阳、开窗通风、喷雾以及湿帘风机等^[5],其中遮阳是最常用的降温方法。但遮阳降温的同时,也会降低光照强度,缩短有效光照时间,影响蔬菜的生长发育和光合作用^[6],如果遮阳时间过长,会严重影响果菜类蔬菜的开花坐果和产量形成^[7]。华北地区高温强光照时段主要在中午11:00~15:00之间,因此,本试验选择在此高温强光照时间段对植株进行遮阳,力求避免因遮阳时间过长对植株造成的负面影响。本文重点讨论遮阳对温室

收稿日期:2006-09-30

基金项目:国家留学基金项目(教外司留[2001]498);山西省自然科学基金项目(20021086)

第一作者简介:贾会丽(1980-),女,山西运城人,在读硕士研究生,从事蔬菜栽培生理研究。Tel:13835462730;E-mail:jiahuilili333@ sina.com.

番茄物质生产和分配的影响, 以期为华北地区越夏栽培番茄产量的形成提供一定的理论基础。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于 2006 年 4~8 月在山西农业大学设施农业中心的非对称性三连跨节能温室⁸中进行。该温室坐北朝南, 东西长 100 m, 南北跨度为 20 m, 且温室 内配备有计算机自动化控制设备和气象站, 可对光照、温度、湿度和 CO₂ 浓度等气象资料进行自动收集和记录。试验中所用番茄品种为荷兰温室专用品种 counter, 该品种属无限生长型, 抗病性强, 耐高温。

1.2 试验设计

试验于 2006 年 1 月 24 播种, 4 月 3 日定植, 4 月 14 日开始对植株进行遮阳。定植时植株有 6~7 片真叶, 遮阳时植株长至 8~10 片真叶。采用地面槽式无土栽培方法, 栽植槽内填充的无土基质以蛭石为主, 并配有炉渣和有机肥, 且采用大行距、小株距的栽培方式, 即行距 1.5 m, 株距为 0.25 m, 栽培密度 3.3 株/m², 通过滴灌系统供应营养液。采用单干整枝方式, 每周打去侧枝、老叶; 采用高线落蔓法, 即当植株第一果穗开花时吊蔓, 用尼龙绳系成活扣将植株固定到温室内的 高线系统(吊蔓线)上, 高线系统位于定植槽上方 2.5 m 处, 用钢丝在温室的南北方向(顺定植槽的方向)上拉成东、西两条固线系统, 绑蔓时隔株分别将植株绑在 东侧和西侧的高线系统上, 使每一定植行植株形成“V” 字形株型, 当植株长到 2 m 左右时, 开始落蔓, 即: 东侧 固线系统上的植株向南, 西侧固线系统上的植株向北 拖动, 茎随顶部移动基部放到地上, 植株顶部在生长过 程中始终调整到同一高度。本试验包括两个处理: 正常 光照(处理 I)和遮阳处理(处理 II), 遮阳处理是在定植 一周后, 采用长 19 m、宽 6 m, 透光率为 28% 的黑色遮 阳网遮蔽植株四周⁹, 试验期间每天 11:00~15:00 对植株进行遮阳(阴雨天除外)。

1.3 遮阳网的安装

在距离植株吊蔓线垂直上方约 20 cm, 水平方向宽 约 20 cm 处再拉两根吊蔓线, 在这两根吊蔓线上穿上 帘窗夹, 然后, 用帘窗夹夹住遮阳网并置于吊蔓线上, 这样就可以随意打开和拉上遮阳网, 因三连跨温室跨 度大, 因此安装时按三连跨温室的跨度, 把黑色遮阳网 分成长分别为 6.7、6 m 的三段, 每跨温室安装一段, 这 样便于操作。为达到理想遮阳效果, 根据吊蔓线宽度, 用帘窗夹夹住遮阳网, 使宽 6 m 的黑色遮阳网覆盖在 植株顶部, 同时在植株东西两侧各下垂 2 m 左右, 就可 以把植株的东西侧及顶部围住。考虑到南侧部分植株

可能还会受到光照的影响, 所以用一块长 2 m, 宽 2 m 的遮阳网进行遮蔽, 就可以对植株进行四周遮蔽。温 室中开有通风窗, 考虑到刮风对遮阳网的影响, 每次拉 开遮阳网时都用砖块等重物将其固定, 以避免遮阳网 飘动对植株造成的损害。

1.4 测定项目与方法

遮阳网内、外的温度、湿度均采用欧宝自动记录 仪(型号为 HOB0 RH/Temp/2x External H08-007-02), 记录时间间隔为 15 min。

从定植后每 10 d 取样一次, 每次每个处理随机 选取 3 株, 用清水将植株上的泥土冲洗干净, 将根、 茎(包括叶柄)、叶、花(果)序分开, 根茎叶先在 105℃下杀青 20 min, 然后在 80℃下烘干至恒重; 果 实先在 105℃下杀青 20 min, 然后在 60℃下烘干至 恒重, 再分别称重。

本试验中, 生物量定义为每次取样所测植株的 总重加上已经打掉和自动脱落的叶片及收获果实的 重量。累积生物量的计算方法是: 植株当前的生物 量+已经收获的叶果重。

植株绝对增长速率(R)的计算方法为: $R = (W_2 - W_1) / (D_2 - D_1)$

公式中 D_2 和 D_1 分别为第二次和第一次取样的 时间(单位为 d), W_2 和 W_1 分别为两次取样时总的 生物量(单位为 g/m²), R 的单位为 g/(m²·d)。

2 结果与分析

2.1 试验期间遮阳网内外温度的比较

整个试验期间, 我们观察到遮阳可以明显地降低 温度。图 1 反映了试验期间 11:00~15:00 遮阳网内 外的温度变化情况。从图 1 中可以看出, 遮阳后遮阳 网内温度明显低于遮阳网外, 遮阳后的平均温度为 31.49℃, 处于 35℃以下, 而遮阳网外平均温度为 37.88℃, 基本都在 35℃以上, 二者平均相差 6.4℃, 这 就说明了遮阳可以有效地降低温室高温时段的温度, 为温室作物的越夏栽培提供了有利的环境条件。

2.2 遮阳对植株生物量的影响

植株的鲜重和干重是衡量植株生物量多少的重要 指标。以 m² 植株的累积鲜重和干重为纵坐标作图 2 和 3。从中可以明显看出, 整个试验过程中遮阳植株总 重基本低于不遮阳植株, 但最后一次取样数据为遮阳 植株总重略高于不遮阳植株, 分别为 16.2 kg/m²和 15 kg/m², 最终干物质产量为 1381 g/m²和 1245 g/m²; 遮 阳植株生物量的变化基本呈指数变化趋势, 还没有达 到稳定增长阶段, 而不遮阳植株生物量的积累经历了

一个由“慢 - 快 - 慢”的过程, 基本呈“S”型曲线, 不遮阳植株指数生长时间约为 90 d, 而遮阳植株指数生长时间至少为 110 d, 反映出遮阳可以延长植株指数生长时间, 延迟到达稳定增长阶段的时间。

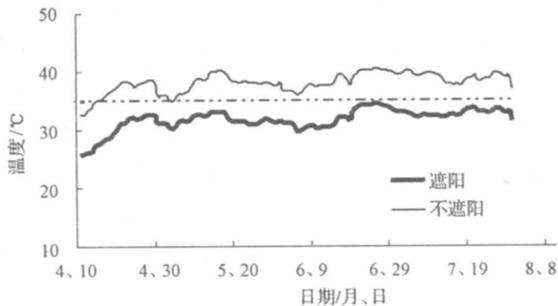


图 1 遮阳期间 11 : 00 ~ 15 : 00 时间段内遮阳网内外温度平均值 (10 d 移动平均)

图中数值是试验期间 11 : 00 ~ 15 : 00 温度的平均值, 阴雨天除外。虚线代表 35 °C, 遮阳网内、外温度数值均为 3 个欧宝温湿度记录仪的平均值, 记录时间间隔为 15 min

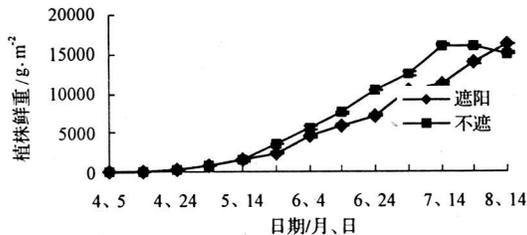


图 2 植株累积鲜重

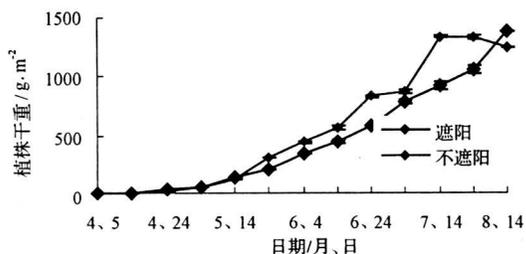


图 3 植株累积干重

图 2、3 中每个数值取 3 个植株生物量的平均值, 生物量为植株重与打掉叶片和收获的果实的总重

试验中测得的遮阳植株总重偏低, 这是由于开始遮阳时植株还处于营养生长阶段, 遮阳后导致光照不足, 植株叶片变薄^[10], 光照强度降低, 净光合速率大幅度下降, 最终使植株生长前期同化物的合成与积累减少; 后期遮阳植株的总重高于不遮阳植株, 这是由于不遮阳植株在高温胁迫下同化物的消耗占优势, 对不遮阳植株造成了不可逆转的衰老, 说明适度遮阳可以延缓夏季植株衰老。

2.3 遮阳对植株生长速率的影响

为了进一步探讨营养生长和生殖生长相互作用下植株生物量增加的快慢, 通过取样试验对每 20 d

番茄的总干物质产量进行了测定, 其绝对生长速率变化如图 4。从图 4 中可以看出整个试验过程中, 遮阳植株绝对生长速率基本低于不遮阳植株, 遮阳 90 d 内遮阳植株最大绝对生长速率为 17.7 g/(m²·d), 不遮阳植株最大绝对增长速率为 25 g/(m²·d); 试验后期阶段遮阳植株绝对增长速率变化比较稳定, 而不遮阳植株的绝对增长速率却迅速下降, 试验结束时遮阳植株绝对增长速率为 15.2 g/(m²·d), 不遮阳植株绝对增长速率下降到几乎为零。

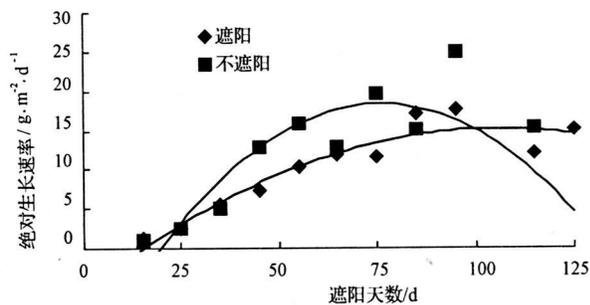


图 4 植株绝对生长速率

植株绝对生长速率计算方法参考“材料与方法”, 长阶图中每个数值取 3 个植株绝对生长速率平均值

遮阳植株绝对生长速率在试验期间基本上一直处于上升的趋势, 而不遮阳植株绝对生长速率是先升高, 到试验后期下降, 呈明显抛物线趋势。说明遮阳可以延长植株稳定生长阶段, 推迟植株到达衰老的时间; 试验期间遮阳植株绝对生长速率偏低是由于遮阳日期过早, 影响了前期营养生长, 对遮阳植株造成了一定的损失, 但遮阳植株在后期的生长上仍表现出了一定的优势。这就说明遮阳可以减小后期高温对植株造成的危害, 是越夏番茄栽培和长季节栽培中避免高温危害的一个措施。

2.4 遮阳对植株各器官干物质含量的影响

植株的生物学产量与各器官的干物质含量有很大的关系, 图 5 为整个生长期内遮阳植株和不遮阳

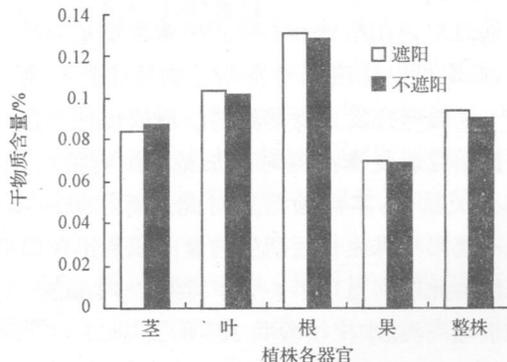


图 5 植株各器官干物质含量

各器官干物质含量为整个生长期各阶段 13 次测定结果的干物质含量平均值

植株各器官干物质含量的比较图。试验中测得的数据显示植株生长期各器官干物质含量的变化比较稳定。从图5中可以明显的看出遮阳植株和不遮阳植株各器官平均干物质含量基本一致,茎、叶、根、果分别为8.5%、10%、13%、7%,整株的干物质含量为9%,这就说明遮阳并没有对植株各器官干物质含量产生很大的影响。

2.5 遮阳对植株干物质分配的影响

番茄植株干物质向各器官中的分配与植株的生长状况密切相关,图6为遮阳植株和不遮阳植株不同生长期干物质向营养器官和果实中的分配情况。从图6中可以看出,遮阳植株和不遮阳植株在遮阳45 d之内干物质向营养器官和果实中的分配规律较为一致,由于此期间植株营养生长旺盛,往营养器官中分配的干物质最多,基本达到85%,往果实分配

的干物质较少,仅为7%,其余分配到根系;遮阳后45~95 d之间,遮阳植株干物质向地上部营养器官中的分配比例偏高于不遮阳植株,向果实的分配比例偏低,这是由于遮阳的前45 d之内,植株基本还处于营养生长旺盛阶段,遮阳后光照强度降低,植株营养生长旺盛,导致此期间维持植株营养生长消耗量偏高于不遮阳植株,因此往果实中分配的干物质就偏低;遮阳植株在遮阳95 d后干物质向营养器官和果实中的分配达到一致,而不遮阳植株在遮阳80 d左右干物质向营养器官和果实中的分配达到一致,这就说明不遮阳植株达到衰老的时间早于遮阳植株。不遮阳植株的提早衰老导致后期遮阳植株光合累积产物较高,向果实中所分配的干物质偏高于不遮阳植株。

最终结果说明遮阳前期使干物质向果实中的分

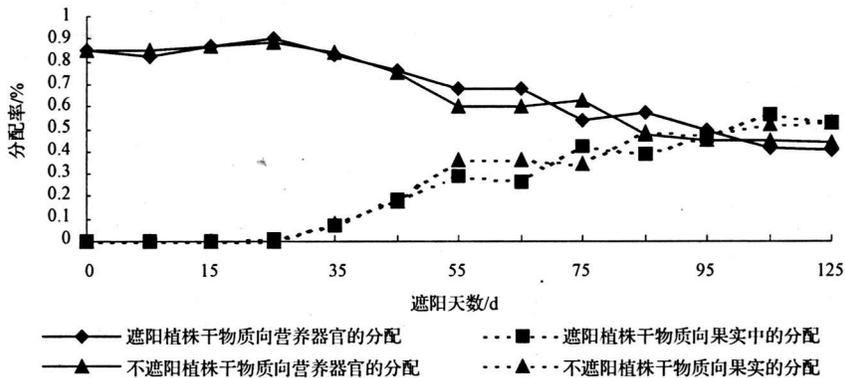


图6 干物质向营养器官和果实中的分配

图中所有数值均取3个植株分配率的平均值,营养器官为植株地上部茎、叶数值之和

配偏低,但并没有对植株的营养生长和生殖生长平衡造成很大的影响;遮阳可以使植株延缓衰老,如果在试验中期植株大一些后,或从5月中旬光照更强的时期开始遮阳效果可能会更好。

3 讨论与结论

通过对遮阳植株和不遮阳植株生物量分析,结果表明,遮阳可以适度延长番茄生物量快速积累时期。田鹏³经过研究发现夏季高温会造成植株严重早衰,从而提出克服夏季高温对延长番茄生物量快速积累时期至关重要,本试验结果对此进行了进一步的证实。不遮阳植株生长后期生物量的积累迅速降低,主要是因为此期间出现了一天中持续3~4 h的35℃以上的极端高温(本次试验共125 d,其中11:00~15:00时段内有67 d温度超过35℃),高温使番茄叶片的总光合速率降低¹¹⁻³,呼吸消耗增加⁴,从而引起番茄叶片净光合速率的迅速下降,生物量积累迅速降

低。本试验中遮阳可以降低高温时段内温度6.4℃,大大缓解了高温的危害,使得后期植株衰老较慢,这与徐坤¹¹、王玉彦⁷等的结果较为一致。

番茄生物量与光合有效辐射也有一定的关系,刘贤赵和康绍忠¹²认为适度遮阳会避免强光对番茄的危害,促进同化速率和植株干物质的积累,而重度遮阳则会影响光照,降低植株干物质的生产。本次试验中光合测定结果也充分说明在中午强光照射时段对植株进行遮阳,有利于提高植株早上的净光合速率¹⁰,可以适当的弥补中午遮阳所损失的光合产物。本试验中前期遮阳植株生物量比不遮阳植株偏低,一方面可能是由于对植株进行遮阳的日期过早,造成遮阳植株前期营养生长受到一定影响,导致辐射能截获量减少所引起;另一方面可能是由于所选遮阳网遮光率过高,造成光合有效辐射降低,导致光合作用降低所引起。

本试验结果表明遮阳并没有对植株干物质生产和

分配产生很大的影响。Marcelis^[1] 研究发现长时间处于不同的光照条件下同化物向果实中的分配会随着辐射强度的增加而增加, 短时间处于不同的光照条件下则对同化物向果实中的分配不会产生影响。因为本试验遮阳时间为每天 11:00~15:00, 时间较短, 所以试验结果与 Marcelis 的研究结果较为相似。

本研究为一年的试验结果, 因此有一定的局限性和不足。试验中从 4 月中旬植株 8~10 片真叶时开始遮阳, 这在一定程度上影响到了遮阳对植株的效果: 一是植株尚小, 遮阳后光照不足影响了植株的光合作用和营养生长, 对生物量的积累造成一些影响(见图 2 和图 3); 二是遮阳时期过早, 影响了植株光照的截获, 从历年山西地区月平均温度看(见表),

表 山西太谷 4~9 月份外界白天平均温度 $^{\circ}\text{C}$

年份	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
2001~2003	16.1	21.1	25.2	27.6	25.5	20.2
2005	17.5	22.7	28.3	28.9	27	21
2006	23.5	21.4	27.8	30.1	26.6	20.6

注: 气象资料来源于山西农业大学设施农业温室丹麦 Vomatic 公司提供的 MC900+WT09 气象站, 数据记录采用 LCC900 计算机控制系统, 每分钟记录一次, 表中白天温度指 6:00 至 18:00 的平均值。



图 6 遮阳处理

4 月份温度还较低, 没有必要进行遮阳。晋中地区的主要高温时期集中在 6~8 月份, 这个阶段日平均温度都在 25°C 以上, 因此生产上要采用遮阳进行降

温的话, 建议从 5 月中下旬以后开始。此外, 在试验过程中为了区别遮阳与非遮阳处理, 在遮阳处理植株四周进行了遮蔽, 这样既浪费遮阳网, 又浪费人力, 还在一定程度上减少了植株光照, 实际生产中没有必要将植株进行四周遮阳, 仅在植株顶部进行遮阳就可以起到一定的降温效果。

参考文献:

- [1] Marcelis LFM. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 2. Effect of irradiance[J]. Scientia Horticulturae, 1993, 54: 123-130.
- [2] De Koning ANM. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach[D]. Wageningen: Wageningen Dissertation Agricultural University, 1994: 240, 102.
- [3] 田鹏. 太原地区温室番茄限产因素探讨——温度、光照对产量的影响[D]. 太谷: 山西农业大学硕士论文, 2004.
- [4] 张永平. 温室番茄长季节栽培物质生产与产量形成分析[D]. 太谷: 山西农业大学硕士论文, 2004.
- [5] 李红莲, 邢文刚, 张娟, 等. 不同降温措施对连栋玻璃温室内温度的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(2): 241-244.
- [6] 刘厚诚, 雷雨, 陈日远. 遮光处理对节瓜光合作用特性的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(3): 33-36.
- [7] 王玉彦, 党选民, 朱国鹏, 等. 南方不同时段遮阳降温效果及对甜椒生长和发育和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 12(增刊): 64-66.
- [8] 温祥珍, 李亚灵. 非对称连跨式节能温室的结构设计与性能特点[J]. 温室园艺(农村实用工程技术), 2003(2): 18-19.
- [9] 孙忠富, 陈晴, 王迎春, 等. 不同光照条件下温室黄瓜干物质生产和模拟与试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 12(增刊): 50-52.
- [10] 贾会丽, 李亚灵. 遮阳对温室番茄叶片生长发育的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(专刊): 78-81.
- [11] 徐坤, 丁兆堂. 栽培方式对越夏番茄生理特性的影响[J]. 西北农业学报, 2004, 13(3): 103-106.
- [12] 刘贤赵, 康绍忠. 番茄不同生育阶段遮荫对光合作用与产量的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(5): 427-432.

果园保护神——造刺树

造刺树适应性极强, 可耐 -40°C 严寒、抗 50°C 高温, 小叶对生, 主根下扎遮地轻, 从小到大自然长满 33~265 cm 利刺, 且刺上长刺四楞八杈, 八方迎敌。硬如钢针的利刺可轻易将车胎、鞋底等刺破, 人畜不敢接近。而且树龄越大刺越多, 刺多的地方只见利刺而见不到树皮, 对林果没有病虫害危害。故被人称为“果园保护神”, 为此中央七套“农广天地”节目于 2006 年 10 月 14 日做了专题介绍(可上网查询有光盘)。

造刺树栽后 3 a 成墙, 7 a 结籽, 寿命百年, 靠种子繁殖, 极易成活, 每 kg 种子可围园 400 延长米(造价 0.4~0.5 元/m), 种子价格 160 元/kg, 免费邮寄并赠资料。

地址: 吉林省长春市双阳区佟家乡卢家村

联系人: 李贵春

邮编: 130612

电话: 0431-84301272; 13604391071