

不同覆膜方式对冬小麦光合特性和增产潜力的影响

黄明镜 晋凡生 池宝亮 陈奇恩

(山西省农业科学院旱地农业研究中心, 太原 030031)

摘 要 以晋麦 43号为材料, 对 3种覆膜条件下, 旱地冬小麦产量及光合特性的研究表明: 不同覆膜方式下其产量为地膜穴播> 条播盖苗> 膜侧条播> 露地条播(对照)。覆膜处理的净光合速率及气孔导度高峰期比对照提前, 地膜穴播和膜侧条播小麦增产潜力大, 灌浆期的净光合速率下降慢, 蒸腾速率、气孔导度、灌浆速度等生理指标都显著高于条播盖苗和对照。

关键词 冬小麦 覆膜 光合特性 产量

近年来, 我国北方春麦区, 应用地膜穴播技术, 使小麦大幅度增产, 冬小麦则大力推广膜侧条播技术。针对山西省旱地冬小麦长期以来产量低而不稳的问题, 我们进行了有关方面的试验研究。通过对旱地冬小麦不同覆膜条件下的产量构成因素及光合速率、蒸腾速率及气孔导度的变化规律分析, 试图阐明覆膜小麦增产的一些生理机制, 为改进冬小麦的栽培方式和大面积推广先进的小麦栽培技术提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 基本情况

试验以旱地品种晋麦 43号为试材, 于 1996~ 1997年在山西省农科院旱农中心中试基地进行。小麦整个生育期降水量为 82.1mm, 抽穗期以前降水占全生育期降水量的 98%。试验地前茬为玉米, 土质为中壤, 有机质含量 3.40%, 全氮 0.084%, 速效氮 41.1mg/kg, 速效磷 89mg/kg, 速效钾 190mg/kg。播前一次施足底肥, 生育期不再追肥。

1.2 试验设计

试验设 4个处理: ①条播(对照), 行距 20cm, 播量 $150\text{kg}/\text{hm}^2$; ②条播盖苗。播种与①相同, 越冬前地膜盖苗, 次年返青后揭膜; ③膜侧条播。先整地后起垄覆膜, 膜宽 40cm, 膜间距 40cm, 每小区 6条地膜, 膜两侧各种一行小麦, 播量 $90\text{kg}/\text{hm}^2$; ④地膜穴播。用 80cm 宽地膜,

每小区 5条膜, 每条地膜上用小麦穴播机播 4行, 穴距 10cm, 每穴约 10粒, 播量 150kg /hm²。
小区面积 4 5m× 7m, 4次重复, 随机区组排列

1 3 生理测定

净光合速率(P)、蒸腾速率(E)、气孔导度(C)及胞间 CO₂ 浓度(Ci)用 CI-301CO₂气体分析仪(美国产)测定。拔节期测定主茎最上部展开叶, 以后测旗叶。

2 结果与分析

2 1 对产量构成因素的影响

由表 1可知, 地膜穴播小麦比对照增产 564kg /hm², 增产幅度最大, 其穗粒数、千粒重分别比对照高 2 1个和 2 4g, F测验表明, 增产达极显著水平。膜侧播种穗粒数、千粒重分别比对照高 4 3个和 2 2g, 因其公顷穗数少, 群体小, 因此增产幅度并不大。

表 1 不同处理的产量结果

处 理	穗数 (万个 /hm ²)	穗粒数 (个)	千粒重 (g)	产量 (kg /hm ²)	增产 (%)
条播(对照)	339 0	25 9	23 8	2283 0	-
条播盖苗	493 5	26 1	22 7	2455 5	+ 7 65
膜侧条播	331 5	30 2	26 0	2404 5	+ 5 3
地膜穴播	445 5	28 0	24 2	2847 0	+ 24 8

2 2 净光合速率(P)

净光合速率是衡量植物合成功能的重要生理指标。由表 2可以看出, 处理之间, 由于 0~200cm 土层土壤水分含量的差异, 各生育期净光合速率变化不一致。由图 1可知, 小麦旗叶光合速率随生育进程推进呈现由低到高后下降的单峰变化过程。由于地膜的增温保水效应, 所有覆膜处理净光合速率孕穗期就达到高峰, 并且孕穗期以前(营养生长阶段)光合速率都高于对

表 2 不同处理对各生育期 P、E、C 的影响

处理	拔节期			孕穗期			抽穗期			灌浆期		
	P	E	C	P	E	C	P	E	C	P	E	C
条播(对照)	9 52	3 30	157 5	10 50	4 0	161 9	11 39	4 70	190 1	3 58	1 95	43 3
条播盖苗	9 75	3 53	155 0	10 92	3 8	192 4	8 62	5 62	138 1	3 49	2 53	47 5
膜侧条播	10 46	3 91	194 3	10 91	4 2	255 3	8 66	5 32	133 2	6 00	3 58	70 5
地膜穴播	10 27	3 40	151 3	12 10	4 5	190 3	8 77	4 62	125 1	5 57	3 36	66 8

注: P的单位为 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, E、C的单位为 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$
照, 以地膜穴播最高, 而对照的高峰期到抽穗期才出现, 并且灌浆期光合速率下降幅度大, 仅为地膜穴播的 64 3%, 膜侧条播的 59 7%。地膜穴播小麦整个生育期土壤含水量明显高于其他处理, 其 P 的变幅比较小, 为 12 1~ 5 57 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 平均为 9 18 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 而条播盖苗和对照由于后期土壤水分供应不足, P 的变幅较大, 分别为 10 92~ 3 49 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 11 39~ 3 58 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (图 1)。各生育期光合速率平均值地膜穴播比膜侧条播高 2%, 比条播盖苗高 12%, 比对照高 4 9%, 灌浆期的小麦光合速率地膜穴播和膜侧条播明显高于条

播盖苗和对照, 差异达极显著水平 ($F > F_{0.01}$)。以上结果表明, 地膜穴播和膜侧条播小麦比条播盖苗和对照有较高的光能利用率和较强的光合作用能力。

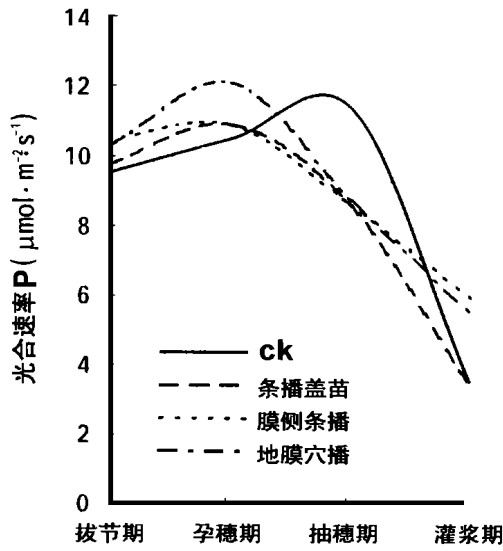


图 1 不同处理各生育期光合速率的变化

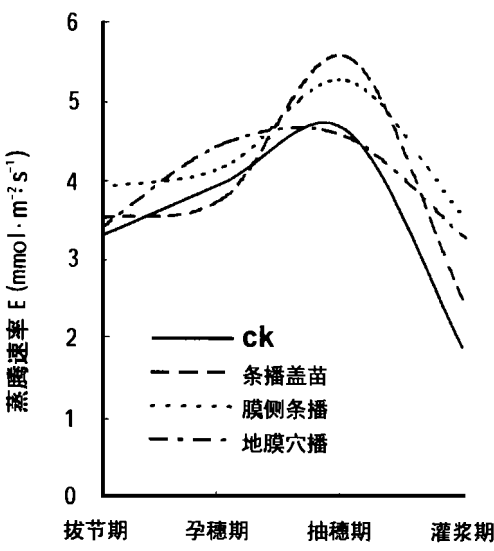


图 2 不同处理各生育期蒸腾速率的变化

2 3 蒸腾速率 (E)

蒸腾作用是水分以气体状态通过植物表面, 从体内散失到体外的现象, 受植物气孔行为和土壤水分所调节。由图 2 可知, 不同处理各生育期 E 的变化趋势不一致, 地膜穴播小麦 E 的变化较为平缓, 高峰期不明显, 其不同生育期 E 的变幅较小, 为 $4.62 \sim 3.36 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 极差为 $1.26 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。其他 3 个处理在抽穗期 E 达到高峰, 且变幅较大, 膜侧条播 E 的变幅为 $5.32 \sim 3.58 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 极差为 $1.94 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 对照和条播盖苗 E 的变幅分别为 $4.7 \sim 1.97 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $5.62 \sim 2.5 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 极差分别为 $2.73 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $2.12 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。所有处理灌浆期 E 普遍下降, 而地膜穴播和膜侧条播在小麦生长发育后期 E 值明显高于条播盖苗和对照 (表 2), 这一结果与各处理土壤水分状况及群体大小密切相关。

2 4 气孔导度 (C)对光合速率 (P)的影响

气孔导度表明气孔对气体传导的能力, 是控制叶片内外水蒸汽和 CO_2 扩散的门户, 直接影响植物蒸腾及光合过程。气孔的调节机能主要表现在水分供应充足并有利于进行 CO_2 快速同化时, 气孔导度趋于增加, 而有利于快速蒸腾不利于光合时, 气孔导度则趋于减少 (图 1~3)。孙广玉^[2]等认为光合速率对气孔导度具有反馈调节作用, 即在有利于叶肉细胞光合时, C 增大; 不利于光合时, C 减少。在水分亏缺时, P 与 C 之间遵循严格的直线关系。我们的试验中, 不同处理各生育期 P 与 C 的变化趋势相一致 (见图 1 3), 在小麦抽穗期以前, 土壤中的水分能够满足其生长发育的需要, 同一生育期各处理之间 C 虽有显著差异, 但对光合作用无明显影响。灌浆期土壤水分严重不足, C 普遍降低, 地膜穴播和膜侧条播处理土壤含水量明显高于条播盖苗和对照, 前两者 C 下降幅度小 (表 2), 对照和条播盖苗降幅较大。其结果, 灌浆期膜侧条播和地膜穴播处理小麦的气孔导度显著高于条播盖苗和对照, 说明膜侧条播和地膜穴播小麦

灌浆期仍能维持较好的气孔开放。各个处理灌浆期气孔导度显著降低,蒸腾速率也随之下降,减少了蒸腾失水,同时也使 CO_2 进入阻力增加,这与同期光合速率下降相一致。并且此阶段处理之间蒸腾速率和光合速率的变化与气孔导度相同。

2.5 胞间 CO_2 浓度 (C_i) 对光合速率 (P) 的响应

覆膜处理拔节至抽穗期胞间 CO_2 浓度的变化与同期光合速率及气孔导度的变化相一致,即在孕穗期达高峰之后,光合速率持续降低,同时伴随着气孔导度和胞间 CO_2 浓度的同步下降,表明此阶段光合速率主要受气孔导度的影响。抽穗至灌浆期受土壤水分限制,光合速率和气孔导度同步下降,而胞间 CO_2 浓度则不断增加(图 4),表明这一时期光合速率下降的主要原

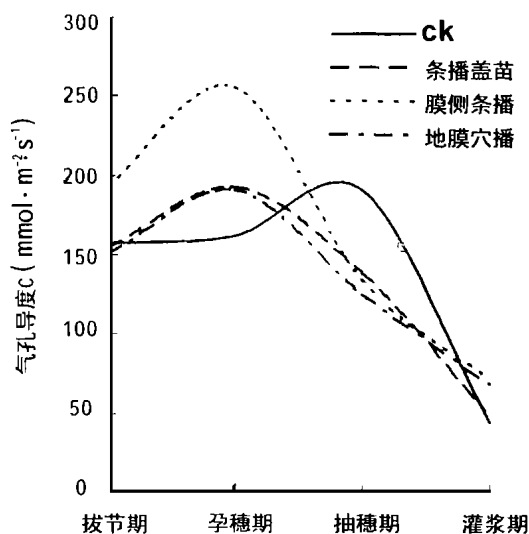


图 3 不同处理各生育期气孔导度的变化

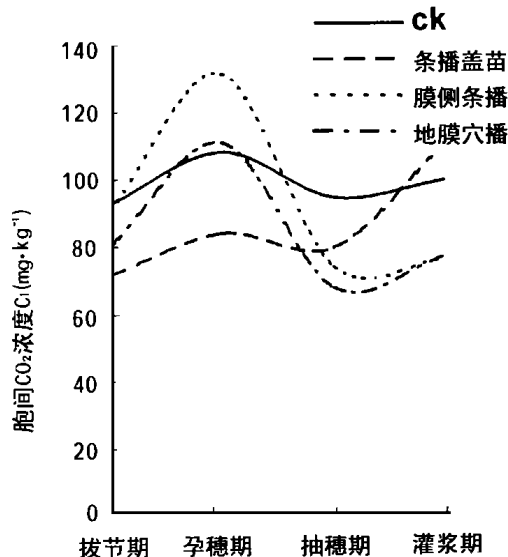


图 4 不同处理各生育期胞间 CO_2 浓度的变化

因为非气孔因素。这与孙广玉^[3]等在大豆上的研究结果相似,影响 C_i 值的主要因素是气孔对 CO_2 的供应和叶片内部的光合能力。整个生育期条播盖苗和对照的胞间 CO_2 浓度变化相对平稳,其胞间 CO_2 浓度的变化与 R_c 的变化不一致,灌浆期的 R_c 较低,但其 C_i 值较高,说明条播盖苗和对照此阶段土壤水分严重亏缺,使叶肉细胞光合能力下降而引起 CO_2 在胞间积累,反馈调节 C_i 下降,使 R_c 同步降低。所有处理,膜侧条播变幅最大,其次为覆膜穴播。由此可见,处理之间土壤水分差异,使气孔对光合速率的调节能力不同。

3 讨论

研究小麦不同覆膜形式下,各生育期群体光合速率的发展动态,可以全面认识覆膜小麦的增产潜力,Mooss^[1]等认为小麦开花后光合作用的下降对提高产量潜力有着重要影响。我们的试验结果表明,地膜穴播和膜侧条播小麦整个生育期净光合速率较高,灌浆期光合速率、蒸腾速率、气孔导度下降幅度小,具有明显的增产优势。但是,地膜穴播小麦虽然整个生育期土壤水分含量明显高于其他处理,但其群体大,土壤养分消耗多,存在明显的早衰现象,比对照早 4d 成熟,使其灌浆期缩短。许多研究表明,灌浆期时间长短与籽粒产量成正相关关系。地膜穴播

小麦虽然灌浆期光合速率较高, 灌浆速度快, 但灌浆期短, 使后期光合产物积累少, 其千粒重只比对照增加 0.4g, 降低了其增产幅度。而膜侧条播小麦虽然灌浆期比对照延长 5d, 千粒重比对照高 2.2g, 但因其群体小, 公顷穗数少, 增产幅度小。地膜穴播小麦灌浆期光合速率下降的原因、早衰的内在生理机制及解决途径等问题还须进一步试验研究, 使地膜穴播小麦的增产潜力在生产上得以充分发挥。

参 考 文 献

- 1 董树亭. 玉米花粒期群体光合性能与高产潜力研究. 作物学报, 1997, 23(3): 318~ 325
- 2 孙广玉. 大豆光合速率与气孔导度对水分胁迫的响应. 植物学报, 1991, 33(1): 43~ 49
- 3 孙广玉. 小粒大豆光合特性的研究. 1991, 24(2): 57~ 62
- 4 郭海军. 黄萎病对棉花叶片 SOD、POD 酶活性和光合特性的影响. 中国农业科学, 1995, 28(6): 40~ 46
- 5 张荣铎. 不同夜间温度对小麦旗叶光合作用和单株产量的影响. 作物学报, 1994, 20(6): 710~ 715
- 6 许大全. 田间小麦叶片光合速率日变化与光合“午睡”的关系. 植物生理学报, 1992, 18(3): 279~ 284
- 7 梁宗锁. 节水灌溉条件下夏玉米气孔导度与光合速度的关系. 干旱地区农业研究, 1996, 14(1): 101~ 105

Influence of Different Ways of Plastic Covering on the Photosynthesis Property and Yield Increasing Potential in Winter Wheat

Huang Mingjing Jin Fansheng Chi Baoliang Chen Qien

(Arid Farming Research Centre, Shanxi Academy of Agriculture Sciences, Taiyuan 030031)

Abstract With winter wheat as the test material, the yield and photosynthesis properties of flag leaf on winter wheat were studied under three different mulching conditions. The results indicated that the yield order from high to low was plastic dropping in hill drill seeding covering, drilling beside plastic film and open drill seeding. The peak of photosynthetic rate with all plastic covering came earlier than control. Yield increasing potential of wheat with plastic dropping and drilling beside plastic film was bigger. The photosynthetic rate decreased slowly in grain-filling period. The physiological characters such as transpiration rate, stomatal conductance were obviously higher than drilling seeding covering and control.

Key words Winter wheat; Mulching; Photosynthesis property; Yield