

半干旱地区地膜覆盖和施氮对春小麦 生育进程和干物质积累的影响*

郭大勇¹, 黄思光¹, 王 俊², 凌 莉¹, 李凤民², 李世清^{1, 2}

(1 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2 兰州大学 干旱农业生态国家重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

[摘 要] 以春小麦为供试作物, 在年降水量 415 mm 的黄土高原中部黄绵土上进行了大田试验, 研究了地膜覆盖(设不覆膜、播种后覆膜 30 d、覆膜 60 d 和全程覆膜 4 个水平)、施氮(设不施氮和每公顷施氮 75 kg 2 个水平)和底墒(设低、高 2 个底墒水平)对小麦生育进程和干物质积累的影响。结果表明, 与不覆膜相比, 覆膜后春小麦出苗时间提前 1~9 d(大部分提前 3~6 d); 在作物生长中期, 适时揭膜能够显著增加有效分蘖数, 提高后期结实穗数, 延长成熟期, 有利于作物形成大粒, 提高千粒重。全程覆膜虽然也改变了作物生育进程, 但对后期生长不利, 导致灌浆期缩短, 无效分蘖增加, 千粒重下降。生长前期覆膜, 不仅能显著增加作物生长前期地上部分干物质的迅速积累, 而且对中、后期干物质进一步累积和产量形成也具有重要作用。2 种底墒处理一致表明, 随着小麦生育进程的推进, 不仅不同覆膜处理单位面积干物质累积量的差异缩小, 而且与不覆膜处理之间的差异降低, 表明后期覆膜在春小麦同化产物累积上并没有实际意义。覆膜后, 地上部分生物量, 特别是茎部生长旺盛, 重量显著增加, 但随着生育进程的推进, 根冠比下降, 显然地膜覆盖抑制了较多同化产物流向根部。综合 2 年试验结果, 春小麦生长前期覆膜, 有利于根冠比在作物生长后期维持较高水平, 而全程覆膜不仅对保证作物生长后期较高根冠比不利, 而且其负面效应还在于使更多的光合产物流向茎叶, 对增加收获指数不利。

[关键词] 春小麦; 地膜覆盖; 施氮; 干物质累积; 生育进程

[中图分类号] Q 948 112; S512.1⁺ 20.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2003)02-0075-06

地膜覆盖可使作物提早出苗, 使作物生育进程提前^[1]。如春小麦地膜覆盖后, 可使作物出苗期提前 7~9 d^[1, 2]。李文朝^[3]研究发现, 覆膜后春小麦一般表现为出苗—三叶期缩短, 三叶期—拔节期和开花期—成熟期延长。三叶期提前, 有利于幼穗提前分化。三叶期—拔节期延长, 有利于分蘖、培育壮苗; 同时由于前期温度低、日照短, 可使幼穗分化时间延长, 利于形成大穗; 开花—成熟期延长, 有利于形成大粒和增加千粒重。与露地栽培相比, 地膜覆盖生长期一般提早 10~20 d, 其中苗期缩短 5~12 d, 开花期提前 3~16 d, 结实期提前 4~15 d。通过地膜覆盖, 把生长高峰调整到温度最高时期, 以充分利用当地光热资源, 为作物早熟、高产、优质奠定基础。地膜覆盖还能显著增加有效分蘖数, 并有利于穗的后期分化^[4]。对过去资料的初步分析发现, 产量提高受益

于作物生长前期的地膜覆盖, 因此不同地膜覆盖进程所产生的受益效果可能不同, 但迄今为止还未见到这一领域的相关研究报道。

合理的地膜覆盖能促进春小麦同化物产物的累积, 并影响干物质分配^[1, 4, 5], 主要表现为茎秆中营养物质向籽粒的移动量增加。Niu 等^[5]和李凤民等^[6]在研究了地膜覆盖对春小麦开花后产量形成的影响后指出, 春小麦地膜覆盖与露地种植相比, 干物质累积量增加 26%, 并且在灌浆期会使更多的干物质向穗部转移, 最终产量增加 36%。郭志利等^[7]在谷子上的研究表明, 地膜覆盖能显著增加光合效率、净同化率、干物质累积和体内干物质向穗部的转移, 导致覆膜穗长增长速度比对照提高 8%~21%, 同时, 穗占总干物质的比例也显著增加。合理的地膜覆盖能促进春小麦同化物生产并影响到干物质分配,

* [收稿日期] 2002-11-14

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(30230230, 39970151 和 39970459); 2002 年度教育部全国优秀青年教师资助项目; 国家重点基础研究专项项目(G200001803); 国家基础研究重大项目前期研究专项项目“半干旱黄土植被景观覆盖格局与生态系统功能调控”; 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目(10501-104)和农业科技跨越计划项目“面条专用小麦品种生产技术与产业化”(2000-6)

[作者简介] 郭大勇(1979-), 男, 安徽宣城人, 在读硕士, 主要从事土壤-植物氮素营养研究。

[通讯作者] 李世清(1963-), 男, 甘肃秦安人, 教授, 博士, 主要从事土壤-植物氮素营养和植物营养生理生态研究。

表现为茎叶中营养物质向籽粒中的移动量增加。但同时应看到,不合理的地膜覆盖也可能影响到干物质和氮素在小麦各器官中的不合理分配,其典型例证是由于地膜覆盖而生长过旺,导致收获指数下降。笔者的初步试验表明,覆膜后小麦前期生长旺盛,导致提前并大量利用底墒,从而在生长中、后期形成土壤供水不足的局面,这种情况加剧了“卡脖子旱”的严重性,从而导致产量下降。本研究通过 2 年的大田试验,以期查明地膜覆盖进程、底墒和氮肥对春小麦生育进程的影响及其在春小麦干物质积累和分配中的作用机制,为旱地小麦生产提供依据。

1 材料和方法

试验区的自然条件和试验设计见文献[8]。

2 结果与分析

2.1 地膜覆盖进程、底墒和施肥对作物生长发育的集成效应

试验结果(表 1)表明,地膜覆盖能够明显改善

小麦生长发育进程,与不覆膜相比,1999 年覆膜处理的春小麦出苗时间提前 8~9 d;底墒水平对出苗时间亦有影响,高底墒处理比低底墒提前 1~2 d;覆膜 60 d 和全程覆膜较不覆膜和覆膜 30 d 成熟期提前,且成熟期持续时间延长,使作物提前进入穗分化,利于产量的形成。2000 年的覆膜处理也提前了小麦生育进程,总体来看,覆膜处理比不覆膜处理出苗期早 1~2 d,高底墒处理比低底墒处理生育进程提前 2~3 d,覆膜 30 d 和覆膜 60 d 处理均比不覆膜和全程覆膜处理出苗-拔节期持续时间延长 1 d,高底墒覆膜 30 d 和覆膜 60 d 处理比不覆膜处理开花-成熟期持续时间延长 1 d,全程覆膜处理较不覆膜处理延长 2 d。提早出苗对春小麦整个生长发育过程有显著的正效应,可以增加有效分蘖数,提高后期的结实穗数^[4];成熟期延长,有利于作物形成大粒,提高千粒重。全程覆膜虽然也改变了作物生育进程,但对后期生长不利,导致灌浆期缩短,无效分蘖增加,千粒重下降。

表 1 1999 和 2000 年不同覆膜处理对春小麦生育进程的影响

Table 1 Growth progress of spring wheat under different treatments in 1999 and 2000

d

生育期 Growth stage		低底墒 L				高底墒 H			
		M 0	M 30	M 60	Mw	M 0	M 30	M 60	Mw
出苗期 Seedling	DA S	18(18)	9(16)	9(17)	9(17)	16(16)	8(14)	8(15)	8(15)
	LD s	-	-	-	-	-	-	-	-
分蘖期 Tillering	DA S	(43)	(41)	(42)	(42)	(39)	(38)	(39)	(38)
	LD s	(25)	(25)	(42)	(42)	(39)	(38)	(39)	(23)
拔节期 Jointing	DA S	59(51)	57(50)	57(51)	56(50)	62(49)	59(48)	57(49)	57(48)
	LD s	41(8)	48(9)	48(9)	47(8)	46(10)	51(10)	49(10)	49(10)
抽穗期 Heading	DA S	78(72)	74(71)	72(72)	72(71)	80(72)	76(71)	74(72)	74(70)
	LD s	19(21)	17(21)	15(21)	16(21)	18(32)	17(23)	17(23)	17(22)
开花期 Anthesis	DA S	84(77)	80(76)	78(77)	78(77)	86(77)	83(76)	80(76)	80(75)
	LD s	6(5)	6(5)	6(5)	6(6)	6(6)	7(5)	6(4)	6(5)
成熟期 Maturity	DA S	123(113)	126(113)	124(113)	121(113)	121(113)	121(113)	121(113)	121(113)
	LD s	39(36)	46(37)	46(36)	46(36)	41(36)	42(37)	46(37)	46(38)
Total	LD s	105(113)	117(113)	117(113)	115(113)	111(113)	117(113)	118(113)	118(113)

注:L、H 分别表示低底墒和高底墒处理;M 0、M 30、M 60 和 Mw 分别表示不覆膜、覆膜 30 d、覆膜 60 d 和全程覆膜,下表同;DA S、LD s 分别表示播种后天数和持续天数;加()者为 2000 年数据。

Note: L and H represents the low and high water storage before sowing, respectively; M 0, M 30, M 60 and Mw represents the no mulching, mulching for 30 d, mulching for 60 d, mulching for the whole growth period after sowing, respectively. These are the same for other tables in the paper. DA S, LD s mean days after sowing and lasting days during two different stage, respectively. The data in bracket are data of year 2000.

2.2 地膜覆盖进程、底墒和施肥对春小麦干物质积累的集成效应

1999 年不同覆膜处理对地上部分单位面积生物量的影响见表 2。由表 2 可见,与不覆膜处理相比,适时地膜覆盖对春小麦干物质积累具有显著的

正效应。高底墒 3 个覆膜处理在播种后 60 d 地上部分生物量最大,以后呈下降趋势;而高底墒不覆膜处理和低底墒不覆膜与覆膜处理则在播种后 90 d 才达到最高值,说明不覆膜处理在播种后 60~90 d 仍维持着较高的生长能力,高底墒覆膜处理由于在小

麦生长前期营养体过大, 消耗了较多的土壤水分, 从而使后期的生长潜力减小。从播种后 90 d 的单位面积干物质累积量来看, 高底墒条件下以覆膜 60 d 的生物量最高, 而低底墒条件下以覆膜 30 d 的效果最好。高、低底墒处理一致表明, 随着小麦生育进程的推进, 不仅不同覆膜处理单位面积干物质累积量的差异缩小, 而且与不覆膜处理之间的差异也减小, 表

明后期覆膜不利于春小麦同化产物的累积。在 2000 年, 随生育进程延长, 地上部分生物累积量呈增加趋势(表 3), 基本上在收获时才达到最高值, 这一趋势与 1999 年的试验明显不同, 产生这种差异的原因可能与前期严重干旱, 后期相对丰富的降水对前期严重干旱胁迫导致的生物量大幅度下降产生的一定补偿作用有关^[9, 10], 但这仍需进一步研究。

表 2 1999 年不同覆膜处理对地上部分生物量的影响

Table 2 Effects of mulching time on shoot biomass under different treatments in 1999					g/m ²
底墒 Water storage before sowing	覆膜 Mulching	播种后天数 Days after sowing			
		30	60	90	125
L	M 0	26 73	577 22	886 63	510 98
	M 30	47 90	1 063 68	1 101 61	611 91
	M 60	39 60	895 01	1 044 13	591 72
	Mw	40 60	985 69	1 028 69	632 10
H	M 0	15 74	674 76	1 068 82	586 68
	M 30	50 71	1 417 28	1 319 99	743 12
	M 60	68 56	1 699 41	1 557 31	792 33
	Mw	57 93	1 398 69	1 407 14	859 20

表 3 2000 年不同覆膜处理对地上部分生物量的影响

Table 3 Effects of mulching time on shoot biomass under different treatments in 2000							g/m ²
覆膜 Mulching	施氮/(kg·hm ⁻²) N fertilizer	播种后天数 Days after sowing					
		29	46	60	75	88	113
M 0	0	11 57	27 60	64 02	155 98	233 20	246 70
	75	8 28	25 54	47 77	130 63	247 49	560 18
M 30	0	-	36 95	65 77	145 55	246 53	638 44
	75	-	30 14	50 13	117 41	203 06	591 45
M 60	0	-	-	198 54	289 94	561 13	
	75	-	-	185 16	228 91	581 33	
Mw	0	14 50	33 89	77 63	197 00	270 25	544 32
	75	11 59	34 84	69 62	156 90	267 38	620 78

表 4 2000 年收获期不同覆膜处理对地上部分生物量的影响

Table 4 Effects of mulching time on shoot biomass in harvest time in 2000								kg/hm ²
底墒 Water storage before sowing	处理 Treatment	施氮 N fertilizer	籽粒 Grain	茎 Stem	叶 Leaf	颖壳 Hust	干物质 Dry material	
L	M 0	0	941 7ab	753 4abc	170 7abcd	601 1bc	2 468 0cd	
		75	2 584 4ab	1 390 9abc	351 9abcd	1 274 5bc	5 601 8cd	
	M 30	0	2 816 5ab	1 682 9abc	411 9abcd	1 473 2bc	6 384 5abcd	
		75	2 605 5b	1 593 8c	334 7cd	1 380 6bc	5 914 5d	
	M 60	0	2 266 2ab	1 617 8bc	381 4bcd	1 395 9bc	5 661 3cd	
		75	2 528 6ab	1 730 6bc	372 1abcd	1 182 1c	5 813 4bcd	
	Mw	0	2 023 6b	1 529 6abc	293 4d	1 596 6bc	5 443 2d	
		75	2 444 2ab	1 903 2bc	366 4abcd	1 494 0bc	6 207 8cd	
H	M 0	0	2 414 7a	1 592 5abc	345 0abc	1 359 2abc	5 711 4abc	
		75	2 824 9ab	2 083 7abc	392 5abc	1 699 0a	7 000 1abcd	
	M 30	0	2 937 7ab	1 848 2a	404 5abcd	1 812 7abc	7 003 3abcd	
		75	2 353 9ab	1 640 8abc	353 8a	991 1bc	5 339 55abcd	
	M 60	0	2 769 5ab	1 882 5abc	373 1abcd	1 553 6abc	6 578 7abcd	
		75	2 457 9a	1 856 4ab	377 7abc	1 533 4ab	6 225 3ab	
	Mw	0	2 864 0ab	2 036 9abc	439 6bcd	591 7abc	5 932 2abcd	
		75	2 137 5a	1 904 4a	388 7abcd	1 362 6abc	5 793 1a	

从收获时地上不同部分生物量的分布看(表 4), 覆膜处理随覆膜进程的延长, 地上部分生物量

特别是茎叶生长旺盛,重量显著增加,根冠比的变化进一步证明了这一特点(表 5,表 6)。从总体上看,随着小麦生育进程的推进,根冠比呈下降趋势。在 1999 年,不仅覆膜处理的根冠比在整个生育期维持较低水平,而且在全生育期也比较稳定,显然地膜覆盖抑制了较多同化产物向根部的运输。不覆膜的对照处理,作物生长前期根冠比最高,随着生育进程的推进,根冠比显著下降,在播种后 90 d 达到最低,90 d 以后,基本趋于稳定。由于后期降水丰富,土壤水分得到及时补充,高底墒 3 个覆膜处理间差异不显著,提前揭膜与否对根冠比影响不大。高底墒不覆膜处理前期根冠比显著高于覆膜处理($P < 0.05$),根

系的相对优势带来了后期地上部分的良好生长(表 5)。进入成熟期,不同处理间的差异基本消失。2000 年的试验结果(表 6)表明,低底墒覆膜处理的根冠比均小于不覆膜处理,由于覆膜处理中根系生长量相对较小,同化产物向地上部分的分配比例大于不覆膜处理。对低底墒而言,不施氮处理在成熟时,不同覆膜处理的根冠比相当,不覆膜处理的根冠比较大;而施氮条件下,覆膜和不覆膜处理的根冠比相当。在高底墒不施氮条件下,成熟时以覆膜 60 d 的根冠比最大,不覆膜、覆膜 30 d 和全程覆膜根冠比相当;施氮条件下以不覆膜处理的根冠比最小,覆膜 30, 60 d 和全程覆膜相当。

表 5 1999 年高底墒不同覆膜处理对根冠比的影响

Table 5 Effects of mulching time on Root/Shoot in high water storage before sowing in 1999

覆膜 Mulching	播种后天数 Days after sowing			
	30	60	90	125
M 0	0.607	0.326	0.108	0.139
M 30	0.410	0.166	0.164	0.189
M 60	0.167	0.137	0.169	0.135
Mw	0.163	0.140	0.172	0.091

表 6 2000 年不同覆膜处理对根冠比的影响

Table 6 Effects of mulching time on Root/Shoot under different treatments in 2000

覆膜 Mulching	施氮/(kg · hm ⁻²) N fertilizer	播种后天数 Days after sowing					
		29	46	60	75	88	113
M 0	0	0.283	0.152	0.132	0.076	0.106	0.067
	75	0.279	0.098	0.190	0.089	0.054	0.020
M 30	0		0.126	0.186	0.071	0.078	0.018
	75		0.147	0.184	0.098	0.076	0.022
M 60	0				0.060	0.070	0.024
	75				0.057	0.061	0.026
Mw	0	0.288	0.127	0.188	0.060	0.075	0.027
	75	0.260	0.090	0.163	0.072	0.057	0.018

3 讨 论

地膜覆盖的增产机制首先在于改善了土壤生态环境,即水、热状况^[1, 11, 12],进而活化了土壤养分^[13],使养分有效性和水分利用效率得以提高^[14]。但已有的生产实践已表明,地膜覆盖有时因作物生长前期土壤水分和养分耗竭严重,后期会出现严重的脱水、脱肥现象^[1, 15],从而导致减产^[1]。另一方面,由于地膜覆盖改变了作物生育进程,必然影响干物质累积及其分配,这种影响可能产生两种效应,一是正效应,一是负效应。前者在协调根冠关系、根系分布和

适当增加地上部分干物质累积的同时,促进了同化产物向籽粒的分配和累积,从而导致收获指数增加;后者或者不利于协调根冠关系,或者导致地上部分生物量过分生长,使同化产物向籽粒的分配和累积减少,从而导致收获指数下降。本研究表明,如果作物生长前期覆膜,有利于作物生长后期根冠比维持在较高水平,而全程覆膜对保证作物生长后期较高水平的根冠比不利。全程覆膜的另一负面效应在于使更多的光合产物和养分流向茎叶,因此对增加籽粒收获指数不利,2000 年对收获后小麦地上部分不同部位生物量的测定结果充分说明了这一观点(表 7)。

表 7 2000 年收获期不同处理的地上部分各部位生物量占总生物量的比例

Table 7 Effects of mulching time on the ratios of various shoot parts in harvest time in 2000					%
底墒 Water storage before sowing	覆膜处理 Mulching	籽粒 Grain	茎 Stem	叶 Leaf	颖壳 Hust
L	M 0	43.7	26.6	6.5	23.2
	M 30	44.1	26.6	6.1	23.2
	M 60	41.8	29.2	6.6	22.4
	Mw	38.3	29.5	5.7	26.5
H	M 0	41.2	28.9	5.8	24.1
	M 30	42.9	28.3	6.1	22.7
	M 60	40.8	29.2	5.9	24.1
	Mw	39.1	38.2	7.0	16.7

从 2 个施氮水平均值看,无论是高底墒,还是低底墒,茎所占地上部分干物质比例,以全程覆膜处理最大,在低底墒时为 29.5%,高底墒时为 38.2%,分别比覆膜 30 d 高出 2.9%和 9.9%;籽粒所占地上部分干物质比例,均以覆膜 30 d 处理最大,在低底墒时为 44.1%,高底墒时为 42.9%,以全程覆膜最小,在低底墒和高底墒时,覆膜 30 d 和全程覆膜处理间分别相差 5.8%和 3.8%;覆膜进程对颖壳的影响与对籽粒的影响规律一致。这些结果说明春小麦播种后覆膜 30 d 比全程覆膜更有利于光合产物向籽粒转移。

[参考文献]

[1] Li FM, Guo AH, Wei H. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat[J]. Field Crops Res, 1999, 63: 79- 86

[2] 高世铭, 马天恩, 田富林. 旱地春小麦全生育期地膜覆盖栽培技术研究初报[J]. 甘肃农业科技, 1987, (1): 22- 26

[3] 李文朝. 甘肃中部半干旱区春小麦温度条件的研究[D]. 兰州: 兰州大学生物系, 1985

[4] 孙本普, 李秀云, 张宝民. 地膜覆盖晚播小麦分化的特点及其与露地小麦异同点的分析[J]. 中国农业科学, 1991, 24(1): 47- 54

[5] Niu J Y, Gan Y T, Zhang J W, et al. Postanthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film[J]. Crop Sci, 1998, 38: 1562- 1568

[6] 李凤民, 王 俊, 郭安红. 供水方式、根源信号与春小麦水分利用效率[J]. 水利学报, 2000, 20(3): 510- 513

[7] 郭志利, 古世禄. 覆膜栽培方式对谷子产量及效益的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 33- 39

[8] 沈新磊, 黄思光, 凌 莉, 等. 半干旱农田生态系统地膜覆盖模式和施氮水平对小麦产量和氮效率的效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(1): 1- 14

[9] 李凤民, 王 俊, 王同朝. 地膜覆盖导致减产的机理[J]. 中国农业科学, 2001, 33(2): 330- 333

[10] Aggarwal P K, Sinha S K. Response of droughted wheat to mild-season water application recovery in leaf area and its effect on grain yield[J]. Aust J Plant Physiol, 1987, 14: 227- 237.

[11] Unger P W. Role of mulches in dryland agriculture[A]. Gupta U S. Crop physiology[C]. New Delhi Oxford and BH, 1975. 237- 260

[12] Ravi V, Lourduraj A C. Comparative performance of plastic mulching on soil moisture content, soil temperature and yield of rainfed cotton[J]. Madras Agric J, 1996, 83: 709- 711.

[13] Quezada M, Maria R, Munguia L, et al. Plastic mulching and availability of soil nutrients in cucumber crop[J]. TERRA (Mexico), 1995, 13: 136- 147.

[14] Mohapatra B K, Lenka D, Naik D. Effects of plastic mulching on yield and water use efficiency in maize[J]. Annals of Agric Res, 1998, 19: 210- 211.

[15] Zaogo C G L, Wendt C W, Lascano R J. Interactions of water, mulch and nitrogen on sorghum in Niger[J]. Plant and Soil, 1997, 197: 119- 126

Effects of plastic film mulching and nitrogen fertilization on spring wheat growth progress and dry matter accumulation

GUO Da-yong¹, HUANG Si-guang¹, WANG Jun², LING Li¹, LI Feng-min², LI Shi-qing^{1,2}

(1 College of Resources and Environment, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 State Key Laboratory of Arid Agroecology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: A field experiment was carried out on cultivated loessial soil in semiarid area with 415 mm precipitation and spring wheat (*Triticum aestivum*) used as an indicating crop to study the effects of plastic film mulching period (including no mulching, mulching for 30 days, mulching for 60 days, after sowing and mulching for whole growing period), nitrogen fertilizer application (including no nitrogen application and nitrogen application 75 kg/hm²) and soil water storage amount in soil profile before sowing (including low and high water storage amount) on the spring wheat growth progress and dry matter accumulation. The results showed that plastic film mulching could make the seedling 1-9 days earlier than no film mulching treatment (mostly 3-6 days earlier). Uncover film mulching in a eligible time can improve wheat growth process remarkably and benefit to last maturity stage. Earlier seedling had a significantly positive effect on the whole spring wheat growth process, it increased valid number of tillering and post-filling for grain; the delayed maturity was beneficial for formation of big grain and increasing weight per 1000-kernel. Film mulching in all growing period might change wheat growth process but it also did harm to post-growing period and decrease the kernel-filling period, 1000-kernel weight; increase invalid number of tillering. Film mulching at the earlier growing period could not only increase shoot matter accumulation remarkably but also had a vigorous effect on further dry matter accumulation and formation of yield in mid-growing and post-growing stages. The shoot biomass yield in the three film mulching treatments was the biggest at 60 days after sowing when the soil water storage amount was higher, and after this period, the shoot biomass yield appeared to decrease tendency. The shoot biomass yield was the biggest at 90 days after sowing of non-mulching treatments in both low and high soil water storage amount before sowing, it showed that it remained maintain a high producing ability from 60 to 90 days for non-mulching treatments. As for unit area dry matter accumulation at 90 days after sowing, in high soil water storage amount condition before sowing, the biomass yield was the biggest in the treatment of mulching for 60 days, and in low soil water storage amount condition, the biomass yield was the biggest in the treatment of mulching for 30 days, it showed that high soil water storage water before sowing could delay mulching process in some extent. On the other hand, the two soil water storage amount treatments indicated simultaneously that difference among unit area dry matter accumulation in various treatments decreased as wheat growth process progress, it revealed that it did bad for photosynthate accumulation if film mulching continued in later wheat growing stage. View at the distribution of the biomass yield underground, the weight of the biomass yield, especially that of stem increased remarkably after mulching, resulted in decreasing of R/S as the wheat growth process progress. Obviously it hampered photosynthate flowing to the root after mulching, compared with non-mulching treatment, R/S was the highest in earlier growing period, decreased remarkably in later growing period, it was the lowest at 90 days after sowing and stabilized after that. Generalized the result in two years, film mulching in earlier growing period of spring wheat was beneficial to maintain a high R/S ratio in later growing period; film mulching in whole growth period was detrimental to maintain a high R/S ratio. On the other hand, the negative effect of film mulching in whole growth period was to make much photoynthate flowing to stems and leaves, and reduce the harvest index.

Key words: spring wheat; plastic film mulching; nitrogen application; dry matter accumulation; growth progress