

# 不同叶龄灌水对春小麦器官 建成作用的研究\*

徐豹 武克忠 李森林 董桂芳 肖俊芳

(吉林省农业科学院)

## 提 要

1975~1978年,我们研究了不同叶龄(茎生叶)灌水,对小麦器官建成的作用。获到如下结果:①在n叶灌水,最大效应叶位为n+2。②在n叶灌水,最大效应叶鞘位置,多数为n。③灌水对节间的最大效应节位为:灌水当时旺长的节间;叶面积与同节位的节间长度呈显著正相关。旗叶面积与穗下节间长度的相关系数为+0.8348\*\*\*。④茎生3叶期灌水,对营养器官与结实器官的效果均最大。上述结果为科学制订小麦栽培管理措施提供了依据。

春季干旱是东北春小麦区增产的主要限制因素之一。实践证明,在一般肥力基础上,适当灌水,产量明显提高,甚至可成倍增长〔1〕。灌水时期不同,效果差别很大。明确不同时期灌水对小麦器官建成的作用,对于因品种因地按指标指导灌溉,具有重要意义。在这方面,国内冬小麦上有一些报导〔2〕〔3〕,而在春小麦上,尚乏研究。

我们从1975年开始,在这方面做了一些工作。1975年和1978年为早年,效果明显。

## 材 料 与 方 法

一、1975年:在公主岭吉林省农业科学院(43°31'N124°48'E)试验地进行。淋溶黑钙土,耕层腐殖质含量2.55%、全氮0.1752%、水解氮5.1460毫克/100克土、全磷0.1212%、速效磷14.9647毫克/100克土、容重1.27、比重2.65、孔隙度52.1%、田间持水量26.8%、凋萎湿度11.1%。用极早熟品种“垦149”,栽培密度每平方米600~700株。按茎生叶龄灌水。春小麦茎生叶5片,自下而上,第5茎生叶即旗叶。分别于茎生1、2、3、4、5叶(从叶尖露出到半叶)灌水,约30~40毫米。这个品种,主茎多数为6

\*扶余县善友公社农业站徐良同志参加了1978年试验工作。

片叶，也即在第2、3、4、5、6叶灌水。灌水前镜检穗分化情况。各叶长成后测定叶面积，收获后测定产量。该年小麦全生育期降水148毫米，而春季严重干旱。从出苗到旗叶长成期间，降水仅13.5毫米。试验是在灌保苗水的基础上进行的，耕层土壤水分由第一次处理前田间持水量85%左右，到最后一次处理前，下降到50%左右。

二、1978年：在吉林省扶余县善友公社农业站（45°09'N 124°50'E）试验地进行。中粘壤土，耕层土壤含腐殖质2.0457%，全氮0.1268%，水解氮11.4115毫克/100克土、全磷0.1207%，速效磷5.5718毫克/100克土，田间持水量22.7%。用早熟品种“他诺瑞”（Tanorei），栽培密度每平方米600株左右，主茎多为7片叶。分别于茎生2、3、4、5叶灌水约30~40毫米，以不灌水的为对照。小麦全育期降水148毫米，春季严重干旱，从出苗到旗叶长成期间，仅降水29.2毫米。试验是在灌保苗水的基础上进行的。耕层土壤水分，由第一次处理前田间持水量75%左右，到最后一次处理前，下降到40%左右。调查项目，除与1975年相同的外，还分别于孕穗期、灌浆初期，测定各器官大小和干物重。收获后，选株（由于有效分蘖株极少，选无蘖、5个节间、有代表性的植株）调查各性状、干物重和经济系数，前后共调查31项。为了测定选株的代表性，比较了它们和群体的产量，趋势完全一致（见图1），说明选株是有代表性的。

1976年、1977年，在吉林省农业科学院试验地，进行了不同叶龄灌水试验，用“他诺瑞”品种（1976年为喷灌试验），由于这两年生育期间降水多，试验结果仅供参考。

## 试验结果

### 一、1975年结果：

1、灌水对各叶面积均有促进作用（见图2）。

2、不同叶龄（指茎生叶龄，以下同）灌水的最大效应叶，表现明显的规律性。由于灌水对诸叶均有促进作用，为了确定效应最大的叶位，采用如下方法：第一、先计算出灌后各叶的面积占该叶总面积的%（见表1）；第二、比较不同时期灌水同一

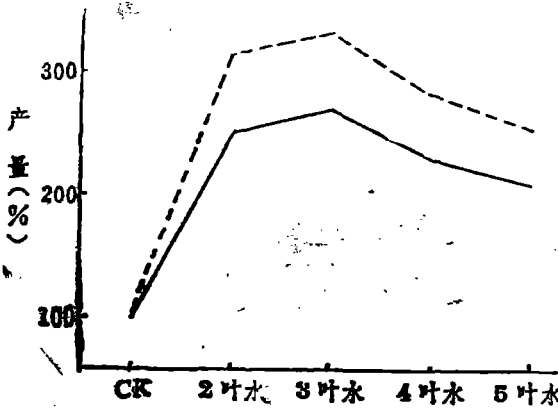


图1

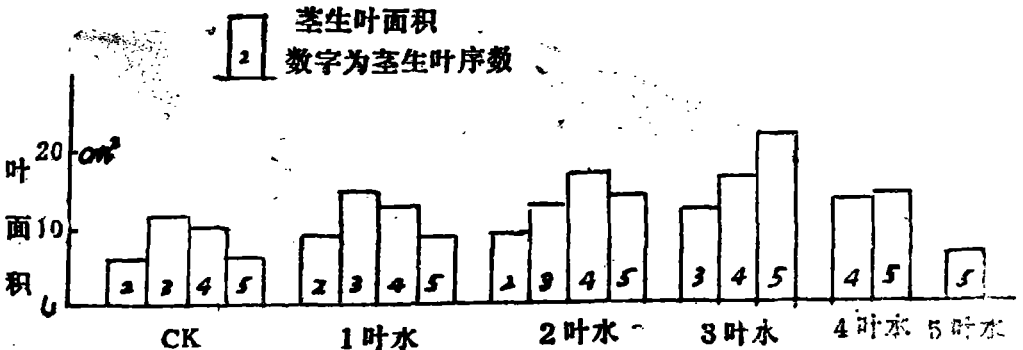


图2

叶位叶面积%的大小(表中竖行内比较), %最大的为最大效应叶(数字外加< >的)。由此可见, 1叶灌水, 3叶效应最大; 2叶灌水, 4叶效应最大; 3叶灌水, 5叶效应最大。即n叶灌水, n+2叶效应最大。这个结果, 和一些冬麦研究的结果相一致〔2〕, 与国内外水稻促进效果的研究也相一致〔4〕〔5〕。至于1叶灌水, 2叶效应表现最大, 这是因为没有更早期的灌水处理来比较。

表 1

灌 水 时 叶 龄	叶面积 (cm <sup>2</sup> )					叶 面 积 %			
	2叶	3叶	4叶	5叶	合计	2叶	3叶	4叶	5叶
1叶	9.8	14.4	12.7	8.9	45.8	< 21.4 >	< 31.4 >	27.7	19.4
2叶	9.5	12.9	17.4	14.7	54.5	17.4	23.7	< 31.9 >	27.0
3叶	6.6	12.1	17.3	23.3	59.3	11.1	20.4	29.2	< 39.3 >

3、3叶灌水的, 不仅主茎叶面积最大, 且单株干重、千粒重、产量也最高(见表2)。

表 2

灌 水 时 叶 龄	灌水时穗分 化 情 况	最大叶面积 指 数	单 株 干 重 (抽穗期)(克)	产 量 (斤/亩)	产量%	千粒重 (克)
1	生长锥未伸长	2.69	0.535	297	101.7	27.0
2	单 棱	3.33	0.582	449	153.8	26.5
3	护 颖 分 化	3.75	0.889	459	157.2	32.9
4	外 颖 分 化	3.14	0.682	414	141.8	28.9
5	雌 雄 蕊 分 化	2.53	0.636	420	143.8	22.4
CK	—	2.23	0.520	292	100.0	25.5

1976年在公主岭试验结果, 品种“他诺瑞”, 3叶灌水, 5叶效应最大; 4叶灌水, 对4、5叶均有促进作用。单株叶面积和产量均以3叶灌水的为最高。

1977年在公主岭试验结果, 品种“他诺瑞”, 1叶灌水(同时施氮肥), 3叶效应最大; 3叶灌水的(同时施氮肥), 5叶效应最大。单株叶面积和产量, 以3叶灌水的为最高。

## 二、1978年结果:

### 1、不同叶龄灌水对营养器官的作用:

(1) 主茎叶片: 以不灌水的各叶面积为100%, 不同叶龄灌水各叶面积的增长%, 见图3。不同叶龄灌水的最大效应叶(见表3)为: 2叶灌水, 4叶效应最大; 3叶灌水, 5叶效应最大。即n叶灌水的, n+2叶效应最大。

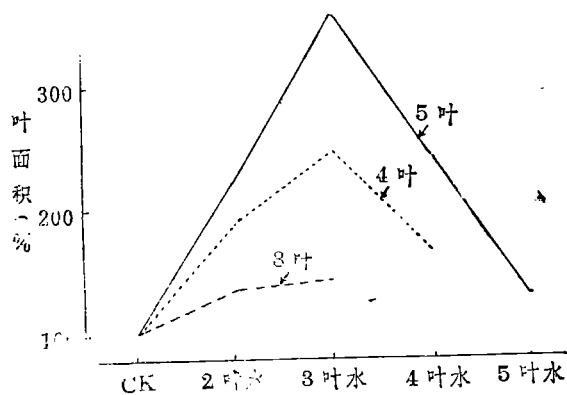


图 3

1975、1976、1977、1978四年结果一致。

表 3

灌水时叶龄	叶面积 (cm <sup>2</sup> )				叶面积 %		
	3叶	4叶	5叶	合计	3叶	4叶	5叶
2叶	12.7	13.6	11.0	37.3	< 34.1 >	< 36.5 >	29.5
3叶	13.7	17.9	17.7	49.3	27.8	36.3	< 35.9 >
4叶	9.6	12.1	11.9	33.6	28.6	36.0	35.4

从叶面积和叶干重的增长看(见表4), 效应均以3叶灌水为高。

表 4

灌水时叶龄	孕穗期叶面积		灌浆初期叶面积		灌浆初期叶干重	
	cm <sup>2</sup>	%	cm <sup>2</sup>	%	克	%
2叶	53.8	145.4	38.0	207.7	0.225	204.6
3叶	63.8	172.4	53.4	291.8	0.250	227.3
4叶	46.6	126.0	34.7	189.6	0.175	159.1
5叶	42.0	113.5	25.4	138.8	0.160	145.5
CK	37.0	100.0	18.3	100.0	0.110	100.0

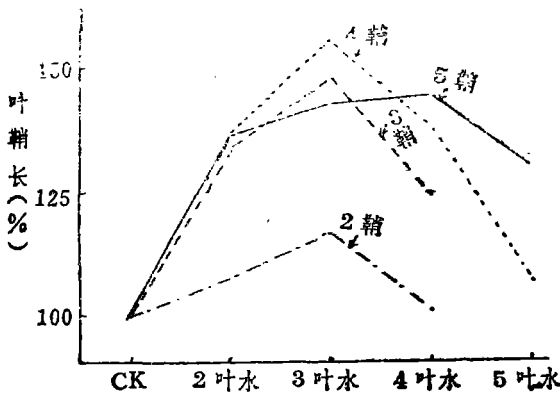


图 4

(2) 各叶叶鞘长: 以不灌水的各叶叶鞘长度为100%, 不同叶龄灌水各叶鞘长的增长%, 见图4。

不同叶龄灌水的最大效应叶鞘(见表5)表现为: 2叶灌水, 第2叶鞘效应最大; 3叶灌水, 3、4叶鞘效应最大; 5叶灌水, 5叶鞘效应最大。即n叶灌水, 对n叶的叶鞘, 有时n+1的叶鞘效应最大。

(3) 主茎各节间长: 以不灌

表 5

灌水时叶龄	叶鞘长 (cm)					叶鞘长 %			
	2叶	3叶	4叶	5叶	合计	2叶	3叶	4叶	5叶
2叶	7.2	8.9	10.4	13.0	39.5	<18.23>	22.5	26.3	32.9
3叶	7.8	9.7	11.9	13.5	42.9	18.18	<22.6>	<27.7>	31.5
4叶	6.8	8.2	10.5	13.7	39.2	17.4	20.9	26.8	35.0
5叶	6.0	7.1	8.1	12.3	33.5	17.9	21.2	24.2	<36.7>

水的各节间长为100%，不同叶龄灌水各节间增长%，见图5。

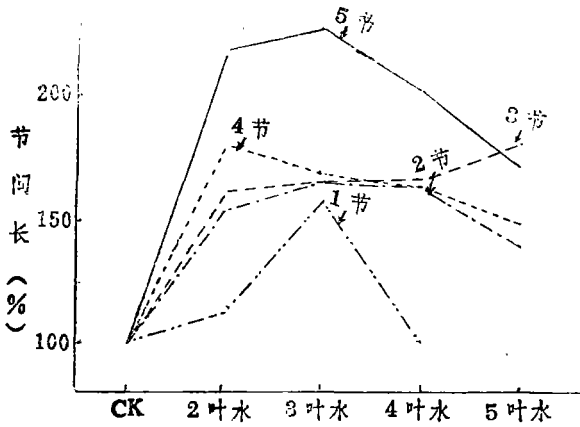


图5

表6

灌水时 叶龄	节间长 (cm)						节间长 %				
	1节	2节	3节	4节	5节	合计	1节	2节	3节	4节	5节
2叶	3.3	6.2	8.7	12.9	23.8	54.9	6.0	11.3	15.9	<23.5>	43.4
3叶	4.6	6.7	9.0	12.0	25.0	57.3	<8.0>	11.7	15.7	20.9	<43.6>
4叶	2.8	6.6	9.0	11.6	22.1	52.1	5.4	<12.7>	17.3	22.3	42.4
5叶	3.1	5.6	9.8	10.6	18.6	47.7	6.5	11.7	<20.6>	22.2	39.0

(4) 茎、鞘干重和茎粗：不同叶龄灌水对茎、鞘干重的作用（见表7），与对茎、鞘长度的促进趋势是一致的（参见表5、6）。不同叶龄灌水对茎粗和茎干重指数（每100厘米茎的干物重）的作用，见表8。表现3叶灌水的鞘干重、茎干重、茎粗均最大，而茎的干重指数，则以4叶和3叶灌水的为高。

表7

灌水时 叶龄	叶鞘干重		茎干重	
	克/株	%	克/株	%
2叶	0.160	213.3	0.3752	242.1
3叶	0.175	233.3	0.4250	274.2
4叶	0.160	213.3	0.3350	216.1
5叶	0.140	186.7	0.2900	187.1
CK	0.075	100.0	0.1550	100.0

表8

灌水时 叶龄	茎粗		茎干重指数	
	直径 (cm)	%	指数	%
2叶	0.260	104.0	2.91	117.3
3叶	0.300	120.0	3.05	123.0
4叶	0.275	110.0	3.07	123.8
5叶	0.275	110.0	2.94	118.6
CK	0.250	100.0	2.48	100.0

(5) 分蘖和不定根数：不同叶龄灌水对分蘖和不定根数（孕穗期）的作用，见表9。表现2、3叶灌水的分蘖数较多，3叶灌水的的天不定根数最多。

表 9

灌水时叶龄	单株分蘖		单株不定根	
	个	%	个	%
2叶	0.29	170.6	4.4	244.4
3叶	0.23	135.3	5.9	327.8
4叶	0.20	117.7	4.6	255.6
5叶	0.15	88.2	2.5	138.9
CK	0.17	100.0	1.8	100.0

## 2、不同叶龄灌水对结实器官的作用:

(1) 穗部性状: 不同叶龄灌水对穗部性状的作用, 见表10、图6。表现3叶灌水的(护颖外颖分化期), 穗最长, 每穗小穗数和结实小穗数均最多。有人提出, 水肥对小穗数的促进作用, 限于单棱到二棱初期以前〔6〕。我们的结果不同。

表10

灌水时叶龄	灌水时分化情况	穗长	小穗数		
			结实	不孕	合计
2叶	二棱初	7.1	11.20	3.15	14.35
3叶	护颖外颖分化	7.9	11.75	2.90	14.65
4叶	雌雄蕊分化	7.6	10.60	3.20	13.80
5叶	药隔	7.6	11.10	2.75	13.85
CK	—	6.2	8.40	4.50	12.90

表11

灌水时叶龄	穗粒数	结实小穗粒数	穗粒重	千粒重
2叶	25.2	2.25	0.83	32.7
3叶	26.8	2.28	0.89	33.0
4叶	23.6	2.22	0.76	32.1
5叶	23.2	2.09	0.70	30.2
CK	11.5	1.37	0.33	28.3

(2) 籽粒性状: 不同叶龄灌水对粒数、粒重的作用, 见表11、图6。表现3叶灌水的, 穗粒数、结实小穗粒数最多, 千粒重也较高。其次为2叶灌水的, 再次为4、5叶灌水的。

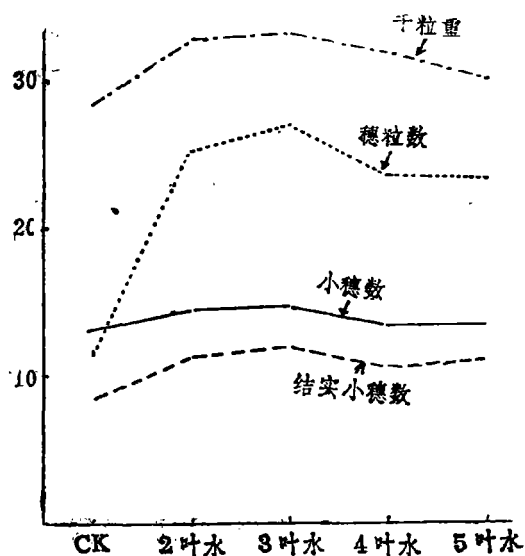


图6

粒重受后期生育条件的影响比较大，而在相同条件下，穗粒数与千粒重常常呈负相关，而灌3叶水的，不仅粒数多，而且千粒重也高。

(3) 经济系数：经济系数以3叶灌水的为最高，0.5184；5叶灌水的为0.5161；4叶灌水的为0.5152；再次为2叶灌水，0.4970。不灌水的最低，为0.4114，比3叶灌水低20.6%。

3、不同叶龄灌水对各器官的综合效应。综观不同叶龄灌水对同化器官、支持器官、结实器官等31个项目的比较，3叶灌水，即在生理拔节期、护颖外颖分化期灌水的，在31个调查项目中，其促进作用有27项占首位，其次是2叶灌水的，再次为4叶灌水的，而5叶灌水的，有24项占末位。

## 讨 论

一、关于春小麦灌水对营养器官促进的对应效应问题。小麦营养器官的生长之间存在内在联系。对某器官的促进，常常引起其它器官的对应促进效应。掌握这方面的规律，对于能动地调节植株长相，夺取高产，具有重要意义。

关于小麦的叶片、叶鞘和茎节间的同伸关系，冬春小麦上均有一些报导〔2〕〔3〕〔7〕，以致水稻上也有类似规律〔4〕〔5〕，即茎生 $n$ 叶， $n-1$ 叶鞘与 $n-2$ 叶着生茎节的节间同伸。我们的观察结果，也是一致的〔8〕。一些报告提出〔2〕，对这些器官促进效应，也是按同伸规律进行的。就是说，当一项措施促进 $n$ 叶片时，也就同时促进了 $n-1$ 叶鞘和 $n-2$ 叶着生的节间。我们观察的结果是不同的。特别是关于叶与节间的相关上。我们于1975~1978年四年观察，在 $n$ 叶灌水时，对 $n+2$ 叶促进作用最大，如果促进的对应效应按同伸规律进行，那么， $n$ 叶灌水时，应对 $n+1$ 叶鞘和 $n$ 叶着生的节间的促进作用最大。而事实上，促进最大效应的叶鞘，多数 $n$ （不是 $n+1$ ），而最大效应节间，在基部1、2、3节上表现为 $n-2$ ，对4、5上部节间则表现为 $n+2$ （见表6），都不是 $n$ 。

那么，影响节间长度的因素究竟是什么？与叶片的促进是否存在内在联系？我们的观察与分析说明，灌水对节间的促进作用表现为：（1）灌水对当时生长最快的节间有明显促进作用。据调查，灌3叶水时，茎长0.8厘米，正是第一节间开始生长时期；灌4叶水时，茎长5.1厘米（第1节间长3.3厘米，基本定长），第2节间旺长；灌5叶水时，茎长11~12厘米（第1、2节间长7.5厘米），第3节间旺长。因而，3、4、5叶灌水时，最大效应节间分别表现在1、2、3节间上。（2）叶面积对同节位节间的长度有明显的制约作用，尤其明显地表现在上部节间。即第4、5节间的长度，分别受第4、5叶的叶面积制约，我们计算了所有处理植株的叶面积与相应节间长度的相关，结果第5叶（即旗叶）和第5节间（即穗下节）呈极显著正相关， $r=0.8348^{***}$ ，回归方程为 $y=10+0.71x$ ；第4叶和第4节间也呈极显著正相关， $r=0.7164^{***}$ ，回归方程为 $y=6.4+0.32x$ 。因此，（3）为了能动地控制各节间长度，灌水时，一要看当时生长的节间，二要考虑到灌水对某个叶片的促进作用，及其对所在节位节间长度的制约作用。例如，3叶灌水，既促进当时旺长的第1节间，又因5叶增大而促进了节间。

二、关于不同时期灌水对春小麦器官建成综合效应的问题。从我们的资料看，为了

获得比较大的综合效果，在灌水时期上，首先应着眼于同化器官（主要是叶片，尤其是上部叶片）的促进。叶面积的扩大，为干物的加速增长创造了前提，从而有可能使支持器官、输导器官达到较高的水平，搭好“丰产架子”，进而为粒多粒大提供基础。

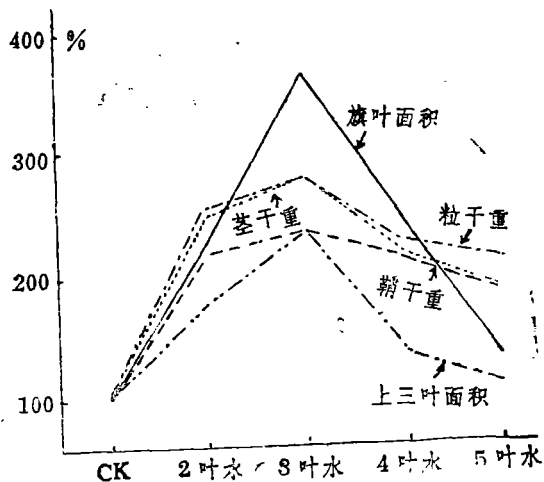


图7

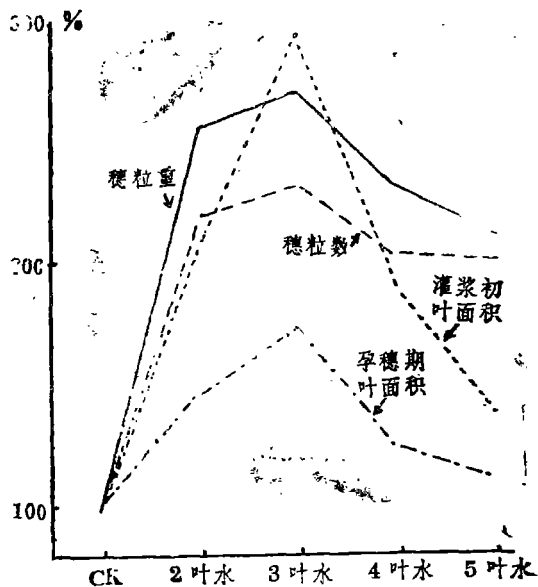


图8

从图7看，茎干重、鞘干重、籽粒干重的高峰与上部叶面积、旗叶面积的高峰是一致的。其次，灌水的时期，也要考虑到对穗部器官发育的重要作用，从图8看，5叶灌水的，对叶面积的促进作用不大，孕穗期叶面积比不灌水的，仅增加13.5%，而穗粒数和穗粒重则分别比不灌水的增101.7%与146.2%。这是因为，5叶灌水时，正是穗分化的药隔期，是花器发育的重要时期，也是穗的迅速生长期（穗长超过1厘米），这个时期又处于花粉发育减数分裂期的前夕。众所周知，减数分裂期缺水，将使小花大量退化<sup>[3]</sup>，因此，在药隔期灌水，不仅有利于穗与花器的发育，并且能够防止小花过量退化，从而比不灌水的显著增加了穗粒数。值得注意的是，5叶期灌水，不仅粒数多，粒重也比不灌水的明显增多，从叶面积和籽粒重的比数看（见表12），5叶灌水的、形成每克籽粒的叶面积是最小的。说明在这个时期灌水，对增强植株的生理活性，防止早衰上，有良好的效果。

表12

灌水时叶龄	孕 穗 期		灌 浆 初 期	
	形成1克籽实叶面积	%	形成1克籽实叶面积	%
2叶	64.8	108.0	45.8	126.5
3叶	71.7	119.5	60.0	165.8
4叶	61.3	102.2	45.7	126.2
5叶	60.0	100.0	36.2	100.0
CK	112.1	186.8	55.5	153.3

三、关于浇3叶水(生理拔节水)的问题。春早、春季气温上升快,后期高温逼熟,小麦生育期短,是东北春麦区的气候特点。吉林省小麦生育期仅80~90天〔9〕,六十年代种植耐旱、高秆、中晚熟品种,不灌水,亩产仅100~200斤。七十年代以来,发展水浇,改种中秆、水旱兼用、中熟品种,浇1~2水,亩产可达300~400斤。近年来,在水浇地上试种早熟、矮秆、多花、适于密植的品种(如“他诺瑞”),亩产可达500~600斤,还出现了800斤地块。这类品种比六十年代品种生育期缩短约10天,株矮、叶片小。高产的关键是密植和早期水肥促进。

据我们多年资料分析,“他诺瑞”亩产600~700斤的,株高要达到80~90厘米,旗叶面积25平方厘米左右,最大叶面积指数5~6。在此限度内,产量与株高、旗叶面积、叶面积指数呈显著正相关〔11〕,其相关系数分别为+0.873、+0.812、+0.848。当前生产上的主要问题,是株矮、叶小。大家知道,4、5节间的长度是决定株高的关键(占总茎长60~70%),4、5叶面积是决定叶面积的关键(占主茎叶面积50%左右)。旗叶和穗下节间对籽粒形成的重要贡献,已为国内外研究所公认。〔12〕〔13〕〔14〕。因此,在东北春麦应用“他诺瑞”这类品种时,灌茎生3叶水(即生理拔节水)就具有特别重要的意义。当地习惯的灌水的时期是在茎生1叶和4叶。增加一次3叶水,对于促进生长、夺取高产可能是重要措施。1978年在试验田附近的生产田上,加灌此水的,增产明显。当然,在灌1叶、3叶水后,4叶水也可适当延迟一些。

生理拔节水的应用,要看品种、看地力、看苗长相,要考虑到基部节间伸长引起倒伏的可能性,考虑到增加分蘖对群体结构和对穗粒数的影响,因此,要因品种制宜。

按叶龄灌水,看来,是比较实用的,但也要看到它的局限性。一是同一品种主茎的叶片数有一些出入(一般限于一片),二是群体中个体之间,叶龄有一定差别。另外,必须同时注意到当时旺长的节间和穗分化情况。

### 参 考 文 献

- 〔1〕徐豹(1976) 小麦高产栽培技术(科学技术讲座) 农村科学实验 1976年第1期
- 〔2〕山东省莱阳农业学校(1976) 小麦 科学技术出版社
- 〔3〕北京师范学院农基系小麦教研组(1977) 小麦器官形成与肥水的关系 植物学报 19卷第1期
- 〔4〕李义珍(1978) 水稻器官的相关生长和形态诊断 福建农业科技 1978年第4期
- 〔5〕松岛省三(1973) 肖连成译 水稻技术的改进
- 〔6〕宁夏农学院小麦教研组(1977) 春小麦幼穗分化的研究 宁夏农业科技 1977年第6期
- 〔7〕坝上农业科学研究所等(1976) 坝上春小麦穗分化和营养器官同伸关系 1976年全国北方地区春小麦协作会材料
- 〔8〕武克忠、徐豹、董桂芳、李森林(1978) 春小麦生长发育规律的研究 1978年吉林省农学会论文

[9] 徐 豹、武克忠、肖俊芳(1976) 不同类型春小麦品种生物学特性与促进措施的研究(未发表)

[10] 武克忠、徐 豹、董桂芳、李森林 (1978) 谈谈吉林省发展小麦的几个问题 1978年吉林省农学会论文

[11] 吉林省农业科学院耕作栽培研究所 (1976) 小麦喷灌技术与丰产规律

[12] 李德炎主编 (1976) 小麦育种学 科学出版社

[13] Evans, L.T., Wardlaw, I.F., Fisher, R.A (1975) CROP PHYSIOLOGY Cambridge Press

[14] Rawson, H.M. and Hofsra, G. (1969) Translocation and remobilization of  $^{14}\text{C}$  assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant Aust.J. Biol.Sci. 22, 321—331