

冬小麦不同群体根系发育规律的研究

魏其克

(西北农业大学干旱研究中心)

摘 要

1980~1982年在大田条件下,对冬小麦不同群体根系发育的研究结果表明,不同群体根系最大入土深度均可达到5m左右,以适宜群体根系入土最深;根干重达到最大值的时期与冬春亩蘖数关系密切;用亩蘖数可推断根干重最大值期范围;根活性随地上部群体增大而降低,并与单株次生根条数、次生根粗度、茎倒5节间粗度呈显著正相关,与穗长呈极显著正相关,与茎倒5节间长度呈显著负相关;随地上部群体增大,最大根量期前移和根活性降低,籽粒产量相应降低。

关键词: 冬小麦; 群体; 根系发育; 根干重; 根活性

合理密植是夺取小麦高产的中心环节。密度因素对冬小麦地上部植株群体变化、干物质生产及籽粒产量的影响已有较多的研究,但对根系发育及其与地上部关系的研究报道很少。深入研究不同群体条件下,冬小麦根系发育的基本规律及其对地上部产量的影响,是小麦高产栽培的理论问题之一,并具有重要的实践意义。

我们于1980~1982年开展了这方面的研究工作,现将试验结果报告于后,以期作为制定冬小麦合理密度、控制适宜群体措施的参考依据。

1 供试条件与方法

试验在陕西杨陵二道原,西北农业大学教学试验农场大田条件下进行。土壤为黑油土(见表1)。

三年供试品种均为矮丰3号,冬性。每亩基本苗4, 6, 8, 10万,1982年增加2万处理。三年均在十月六日播种。人工开沟点播,行距26.4cm。为了创造不同群体的发展变化,各年度施肥有别:1979~1980年度亩施有机肥3000kg和复合肥料(氮20%磷

本文于1986年12月25日收到。

参加本职工作的还有李耀辉同志。

表1 供试土壤的主要物理特性

深度 (cm)	层 别	主要物理特性
0—25	耕 层	中壤偏粘, 黄棕色, 粒状—块状结构
25—54	亚耕层 1	中壤偏粘, 浅灰棕色, 块状结构
54—95	亚耕层 2	中壤偏粘, 灰棕色, 块状结构
95—110	古耕层	重壤偏沙, 浅褐色, 核状—块状结构
110—122	过渡层	重壤偏沙, 浅褐色, 小麦柱状结构
122—200	粘化层	重壤, 褐色, 麦柱状结构
200—210	石灰淀积层	有石灰菌丝的聚积
210—250	黄土母质	轻壤偏粘, 浅黄棕色, 块状结构
250以下	黄土母质	坚实度稍大

53%) 25kg作基肥, 返青期施尿素5kg; 1980~1981年度亩施有机肥 1500kg、过磷酸钙 25kg作基肥, 未施追肥; 1981~1982年度未施基肥, 冬前追施尿素17.5kg。

各生育时期对分蘖、叶面积进行了系统调查, 并对根系和地上部干物重等项进行了分析。4, 6, 8, 10万密度每点取样面积(包括4株样本)分别为 26.4×12.6, 26.4×8.4, 26.4×6.6, 26.4×5.0cm, 重复四次。根样自地表向下每10cm划为一层, 分别取样、冲洗(顺序通过0.5, 0.45, 0.25mm 冲洗筛)挑拣、烘干称重。开花至乳熟期用 α -萘胺法测定0~30cm土层根系活力。

2 结果与分析

2.1 根系延伸深度

1979~1980年度, 各密度处理不同生育时期根系入土深度结果列于表2。由表2看出, 不同密度根系在土壤中向下延伸深度总的变化趋势是: 越冬初至开花期, 由浅逐渐增至最大深度, 开花至成熟期略有减少, 这一结果与我们以往用矮丰三号所做根系结果基本一

表2 各密度不同时期根系入土深度变化

单位: m

密度 (万苗/亩)	越冬① (12月15日)		越冬② (1月15日)		返青 (2月20日)		拔节 (3月20日)		开花 (5月20日)		成熟 (6月10日)	
	深度	深度	增长	深度	增长	深度	增长	深度	增长	深度	减少	
4	2.0—2.1	2.1—2.2	0.1	3.30—3.40	1.2	3.90—4.00	0.6	4.8—4.9	0.90	4.45—4.55	0.35	
6	2.2—2.3	2.4—2.5	0.2	3.40—3.50	1.00	3.95—4.05	0.5	5.15—5.25	1.20	4.75—4.85	0.4	
8	2.3—2.4	2.6—2.7	0.3	3.55—3.65	0.95	4.50—4.60	0.90	4.9—5.00	0.40	4.25—4.35	0.4	
10	2.7—2.8	2.8—2.9	0.1	3.60—3.70	0.80	4.75—4.85	1.15	4.85—4.95	0.10	4.40—4.50	0.45	
变幅	2.0—2.8	2.1—2.9	0.1—0.3	3.3—3.7	0.8—1.2	3.9—4.85	0.5—1.15	4.8—5.25	0.1—1.2	4.40—4.85	0.35—0.45	
平均	2.30—2.40	2.48—2.58	0.18	3.46—3.56	0.99	4.28—4.38	0.79	4.86—4.96	0.65	4.52—4.62	0.4	

致。不同密度相邻两生育阶段根系向下延伸深度平均增长量, 以越冬①至越冬②最小, 为0.18m, 越冬②至返青期最大, 为0.99m, 返青至拔节期、拔节至开花期分别为0.79m

和 0.65m。开花至成熟期根系日趋衰老,根深减少了 0.40m。

在不同密度处理中,越冬至返青期随密度增加,根系向下延伸范围呈由大至小变化;返青至拔节期密度由低至高,根系向下延伸范围呈由小至大的变化趋势;拔节至开花期 6万、4万密度根系向下延伸保持较高的增长量,而 8万、10万两密度则增长甚少,以 10万密度增长更少,明显受到抑制。开花期以后,各密度均有减少,其中 10万密度减少较多。

2.2 根干重变化

2.2.1 根干重及其分层分布:从 1979—1980 年度各密度不同生育时期根干重及分层分布结果(表 3、表 4)看出:亩根干重,越冬至成熟期,各密度都呈现低—高一低的变化。达到最大根干重期的时间,4万处理在拔节期,6至 10万处理早在返青期。返青至拔节期间,根干重以高密度 10万处理减少最多。在整个生育过程中,各密度根干重的分层分布以耕层最多,一般占全根干重的 $1/2 \sim 2/3$;越冬至成熟期比重呈由高至低变化。各生育期耕层占总根干重的比重随着密度的增加而降低;耕层以下各土层,由上而下,根干重呈递减分布。

2.2.2 根干重与地上部分蘖动态变化关系:根干重最大值期与地上部冬春季分蘖动态关系密切(见表 5),由表 5 看出,根干重最大值期随着地上部冬、春季亩蘖数由低至高的变化而提前。1980 年除 4 万密度外,各密度处理亩蘖数冬前均在 90 万以上,返青期在 110 万以上,拔节期达 130 万以上,根干重最大值期提早到返青期;1981 年亩蘖数冬前在 50~90 万,返青期达 95~110 万,最大根干重期推迟到拔节期;1982 年冬前各密度处理亩蘖数虽均在 50 万以下,但 10 万密度处理返青至拔节期亩蘖数达 85 万以上,最大根量期仍提前到拔节期。而 4 万、8 万密度返青至拔节期亩蘖数在 50~80 万间,最大根干重期则推迟到开花期。

上述不同群体地上部亩蘖数与根干重最大值期的对应关系的结果,为冬小麦控制合理群体的根系提供了科学依据。根据我们以往的研究,在陕西关中地区,矮丰三号最大根量期在开花期形成,显然只有使最大根干重期至开花期形成的群体有利于维持较高的根生理活性,而增强地上部绿色器官的光合作用,提高籽粒重而增产。地上部群体过大,根干重最大值期提早到拔节期乃至返青期,使根系过早衰亡,后期不利于形成较高的光合产物,而提高籽粒重,势必造成减产。

2.3 根系生理活性

冬小麦高产的根系必须是既有一定的数量(根重量),又有较高的质量(生理活性)。从 1982 年各密度处理 0~30cm 范围根氧化 α -萘胺强度结果与根部性状和地上部节间、穗长的关系(表 6)可以看出,随着密度的增加,冬小麦根系生理活性有所降低。2万~10万密度根系活性由高至低,单株次生根条数由多至少,每条次生根粗度由大至小;倒 5 节间长度由短至长,粗度由大至小;每穗长度由大至小。经相关性测定和检验,根活性与次生根直径相关系数 r_1 为 0.8301*,与单株次生根条数相关系数 r_2 为 0.8469*,与地上部茎倒 5 节间直径的相关系数 r_3 为 0.8821*,与倒 5 节间长度的相关系数 r_4 为 -0.8997*,与穗长的相关系数 r_5 为 0.9678**。这一结果说明,高产条件下适当降低播种

表 4 不同密度各发育时期根干重百分率分层分布

发育时期 密度 (万苗/亩)	越冬 ①			越冬 ②			返青			拔节			开花			成熟								
	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8	4	6	8						
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
0—30	79.49	72.82	70.66	62.60	71.06	67.54	57.36	69.74	67.22	64.63	60.87	67.20	62.32	59.65	55.01	67.67	62.35	52.58	60.09	62.24	53.37	51.95	46.74	
30—50	7.44	7.95	11.37	6.79	10.18	5.28	8.39	7.23	8.48	5.66	8.91	10.47	6.73	5.37	10.31	8.97	7.80	8.60	14.63	7.00	11.54	9.61	10.69	11.60
50—100	5.84	9.14	8.66	12.18	11.26	11.12	9.69	13.11	6.08	6.81	9.04	9.00	7.41	9.39	9.49	13.17	9.32	11.15	11.21	9.95	12.77	14.95	18.08	23.01
100—150	4.94	7.79	6.72	8.02	5.98	9.32	7.40	11.79	5.86	6.25	5.81	7.89	5.86	7.48	7.72	6.07	4.62	7.21	7.90	6.67	5.72	9.13	12.84	10.14
150—200	1.12	2.13	2.27	6.45	1.47	5.13	4.57	6.50	6.12	6.61	5.93	5.33	6.66	7.79	5.80	7.08	4.60	4.45	7.90	5.60	3.65	5.25	4.76	4.55
200—250	0.87	0.17	0.32	3.59	0.05	1.61	2.38	3.35	2.89	5.40	4.41	4.25	4.45	5.70	4.25	5.44	3.77	3.11	4.15	5.41	2.59	4.59	0.93	2.07
250—300				0.37		0.03	0.06	0.62	1.56	1.09	1.45	1.17	1.44	1.82	2.60	1.50	1.59	1.78	2.87	0.90	1.22	0.22	1.09	
300—350									0.16	0.84	0.12	0.67	0.30	0.33	0.45	1.18	0.30	0.60	1.37	1.47	0.32	0.90	0.22	0.51
350—400									0.05	0.01	0.06	0.07	0.22	0.17	0.34	0.29	0.46	0.63	0.77	0.18	0.66	0.08	0.23	
400—450										0.00	0.00				0.01	0.13	0.10	0.07	0.23	0.22	0.09	0.24	0.01	0.06
450—500															0.04	0.09	0.06	0.21	0.03	0.08	0.00	0.18		
500—550																		0.04	0.00	0.00				
合 计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表5 最大根量期与冬春茎蘖数变化关系

密度 (万亩/亩)	最大根量(公斤/亩)						茎蘖数变化(万亩/亩)								
	1980		1981		1982		1980	1981	1982	1980	1981	1982	1980	1981	1982
	时期	根量	时期	根量	时期	根量	冬 前			返 青			拔 节		
4	拔节	88.7	拔节	74.4	开花	66.6	72.2	50.5	19.5	102.8	96.9	49.0	121.8	93.0	50.6
6	返青	105.3	拔节	102.7	开花	69.1	92.1	72.9	27.6	112.0	100.3	53.4	138.6	97.0	66.0
8	返青	115.7	拔节	107.1	开花	69.5	107.5	54.0	33.6	120.8	105.8	79.9	142.2	101.0	79.7
10	返青	140.3	拔节	119.2	拔节	63.9	115.7	90.4	41.8	130.4	110.8	87.3	156.1	106.8	86.4

表6 不同密度根活性及其与根茎穗性状关系

密度 (万亩/亩)	根活性 mg·h· g根	次生根		倒5节间		穗长 (cm)
		条/株	直径 (mm)	长 (cm)	粗 (mm)	
2	1.313	13.3	1.479	3.42	3.42	10.1
4	1.287	95.5	1.041	4.18	3.52	9.7
6	1.241	64.6	0.836	5.17	3.40	9.2
8	1.139	58.5	0.765	5.39	3.37	8.8
10	1.208	45.0	0.632	5.94	3.25	8.3

量,促进植株个体发育良好,从而达到适宜的高产群体,有利于协调群体与个体矛盾,可以使根系活性增强,并使穗部性状趋向于高产方向发展。

综上所述,随着密度的提高,每亩根量有所增加,但根系的生理活性却呈相反变化,即随密度的提高而降低。两者共同作用的结果,对不同密度的籽粒产量产生重要影响

2.4 产量及其构成因素

不同密度籽粒产量及其构成因素见表7。由表7可以看出,各密度籽粒产量并不是

表7 籽粒产量及其构成因素

密度 万亩/亩	1980				1981				1982			
	万穗/亩	粒/穗	千粒重	产 量 (公斤/亩)	万穗/亩	粒/穗	千粒重	产 量 (公斤/亩)	万穗/亩	粒/穗	千粒重	产 量 (公斤/亩)
4	39.4	32.2	33.4	401.5	38.5	33.2	36.2	451.3	37.8	35.1	37.5	480.2
6	44.7	30.7	31.9	408.3	44.2	31.1	35.5	474.0	43.3	32.9	37.0	512.3
8	47.2	28.0	30.1	361.5	46.8	29.3	34.4	454.5	45.9	31.6	36.7	516.0
10	49.1	26.1	29.2	349.0	48.0	28.1	33.0	429.6	47.2	29.8	35.5	481.8

随着密度的增加而按顺序地提高或降低。根据表7结果,并联系前述地上部群体变化和根系发育状况,可以看出:

2.4.1 不同年份间,籽粒产量的高低由于动态群体结构合理与否及根系的发展变化的不同,差异悬殊。以地上部动态群体较为适宜,最大根量期后移至开花期的1982年产量最高,地上部动态群体较大、最大根量期提前至拔节期的1981年产量次之,地上部群体过大、最大根量期提早到返青期的1980年产量最低。经方差分析和新复极差显著性测验,1982年和1981年各密度平均籽粒产量与1980年籽粒产量的差异均达极显著水平,1982年籽粒产量较1981年籽粒差异达显著水平。

2.4.2 不同年份间的产量变化,反映在产量构成因素上,相同密度处理亩穗数变化较接近,但穗粒数和千粒重变化较大,对籽粒产量影响较大。这说明,在高产栽培条件下,在一定穗数的基础上,提高每穗粒数和千粒重,对高产、稳产的获得尤为重要。

2.4.3 同一年份不同密度的产量结果,群体过大的1980年4万、6万处理高于8万处理,10万处理最低;群体较大的1981年,以6万处理产量较高,8万、4万处理次之,10万处理最低;群体较适宜的1982年,8万、6万处理的产量较高,10万、4万处理的产量较差低。经方差分析和恢复极差异显著性测定,1980年6万、4万处理与10万处理籽粒产量差异和6万处理与10万处理产量差异均达显著水平。1982年6万、8万处理与10万、4万处理籽粒产量差异均达极显著水平。这一结果说明,水肥条件越好时,以较低播量建成适宜群体和产量构成因素比较高播量易获得较好产量;随着水肥条件的降低,适当增加播量有利于获得较好产量。

3 结 语

3.1 在陕西关中杨陵地区,冬性矮丰三号小麦品种,根系向下延伸范围在拔节期以前,随着密度提高而加大;拔节至开花期呈相反趋势,高密度向下延伸缓慢,随着密度降低而加快;开花期以后随着密度提高根系衰减程度由小至大。

3.2 根系最大入土深度,各密度平均最大值都超过4.8m,其中以6万粒播种量处理最大,为5.15~5.25m,说明根系最大延伸深度并不完全随密度提高而增加。

3.3 根干重最大值期,随地上部群体增大而前移。冬前亩蘖数在90万以上,春季达130万以上的过大群体,最大根量期提早至返青期;冬前亩蘖数在90万以下,返青期达95~110万,最大根量期提前至拔节期;春季最大亩蘖数在50~80万范围内,最大根量期后移至开花期。根据这一相应变化,控制地上部群体使最大根量期在开花期形成,有利于高产稳产,在生产中具有一定实践意义。

3.4 根系生理活性与植株个体发育状况和群体大小关系密切。随着密度的提高,个体发育受到不良影响由小至大,根系生理活性由高至低。因此,促进个体发育良好建成适宜群体,有利于提高根系活性。根系生理活性与株次生根条数、平均粗度和茎倒5节间粗度、穗长呈正相关,与茎倒5节间长度呈负相关。

3.5 籽粒产量受地上部群体大小和根系发育状况的共同影响。群体过大、最大根量期前移,不利于夺取高产。不同年份间籽粒产量以群体大小较为适宜,最大根量期在开花期形成的1982年最高,群体较大、最大根量期在拔节期形成的1981年次之,群体过大,最大根量期提早在返青期形成的1980年最低。不同密度处理中,随着密度和群体增大,最大根量期前移,籽粒产量相应降低。

蒙尉庆丰副教授进行土壤剖面物理特性描述,特致谢意。

参 考 文 献

- [1] 魏其克: 不同类型冬小麦品种根系的研究, 《西北农学院学报》, 1979 (4): 35。
- [2] 山东农学院、西北农学院: 《植物生理学实验指导》, 山东科学技术出版社, 1980年。
- [3] 南京农学院主编: 《田间试验和统计方法》, 农业出版社, 1979年。

THE LAWS OF ROOT SYSTEM DEVELOPMENT OF
DIFFERENT POPULATIONS OF WINTER WHEAT

Wei Qike

(Northwestern Agricultural University)

Abstract

In the years 1980~1982, we studied the laws of root system development of different populations of winter wheat in the fields in Yangling, Shaanxi province. Results from our studies indicated as follows: the maximum depth of the root system of different populations of winter wheat might reach 5 meters or so, and the root system of suitable populations went deepest in soil; the time of maximum value of root dry weight was closely related to the numbers of tillars per mu in winter and spring; The numbers of the tillars per mu can be used to estimate the time range of the maximum value of root dry weight; the root activity decreased with the increase of wheat populations above the ground, which is also in positively significant correlation with the numbers of the secondary roots of single wheat plant, roughness of the secondary roots and roughness of stems to the fifth node as well as the length of ears, and in extremely negative correlation with the length of the stem to the fifth node, and with the growth of wheat populations above the ground, the period of the maximum root numbers forwarded and the root activity decreased in corresponding with the decrease of grain yields.

Key Words : winter wheat; wheat population; root system development; root dry weight; root activity