

УДК 631.674.5

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ У ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР ПРИ МЕЛКОДИСПЕРСНОМ ДОЖДЕВАНИИ

Н.Н. ДУБЕНОК, Е.П. КУЗНЕЦОВА

(Кафедра мелиорации и геодезии)

**Показано, что мелкодисперсное дождевание кормовой и сахарной свеклы, смешанных посевов зернофуражных культур в Центральном районе России положительно влияет на рост и развитие растений, работу устьичного аппарата, транспирацию, динамику роста корневой системы, продуктивность растений независимо от метеорологической характеристики вегетационного периода.**

За период 1971—1990 гг. площади, занятые сельскохозяйственными культурами, на которых проводится микроорошение (капельное, внутрипочвенное, мелкодисперсное и подкрановое дождевание) возросли в мире с 56 тыс. до 700 тыс. га. Из них 45% площадей заняты насаждениями плодовых культур, 20% — корнеплодами, 10% — семенными посевами, 5% — зерновыми, 5% — ягодными.

Из литературных источников [3, 4] известно, что урожайность сельскохозяйственных культур в Центральном районе России существенно зависит от метеорологических особенностей вегетационного периода. В таких условиях повышается роль способов регулирования микро- и фитоклимата среды растений, применение

которых позволяет обеспечивать интенсивность фотосинтеза, а значит, повышение продуктивности агроценозов независимо от действия метеорологических факторов. К таким способам можно отнести, в частности, мелкодисперсное дождевание, являющееся безопасным агроприемом, поскольку оно не приводит к подьему уровня грунтовых вод, не засоляет и не разрушает почву. Особенно экономически выгодно такое дождевание в районах с достаточным запасом влаги в почве.

Многие ученые согласны с тем, что даже в районах достаточного увлажнения только проведение дополнительных мероприятий, улучшающих водоснабжение растений, обеспечивает получение гарантированно высоких урожаев. Как показали наши исследования

в аридных зонах, чтобы создать необходимые влагозапасы в почве, мелкодисперсное дождевание применяется на фоне обычного дождевания [3, 6]. В гумидной зоне, в данном случае в Центральном районе России, климатические и экологические условия позволяют применять мелкодисперсное дождевание как самостоятельный способ полива [1, 5].

Нами предпринята попытка на материалах полевых опытов, заложенных на полях Тверской сельскохозяйственной академии и совхоза «Измайловский», оценить, как мелкодисперсное дождевание влияет на продуктивность корнеплодов и зернобобовых культур при различных уровнях минерального и водного питания.

### Методика

Исследования проводились в 1992—1996 гг. в полевых опытах на хорошо окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве, в пахотном слое которой содержалось органического вещества по Тюрину — 3,4%,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по Кирсанову — соответственно 300—340 и 170—182 мг на 100 г. Грунтовые воды на опытных участках залегали на глубине 2,5—3,5 м.

В опыте с посевами корнеплодов было 12 вариантов. В 1, 2 и 3-м вариантах мелкодисперсное дождевание (МДД) не проводилось, а различались они по уровню минерального питания: 1-й вариант — без удобрений, 2-й — 90N60P110K (полная норма), 3-й — 45N30P55K (половинная норма) — в дальнейшем 1, 2, 3-й фоны питания. В 4, 5, 6-м вариан-

тах на соответствующих указанных выше фонах питания (1, 2 и 3-м) использовалась полная разовая норма МДД — 0,45—0,9 м<sup>3</sup>/га, в 7, 8 и 9-м вариантах на тех же трех фонах питания — половинная разовая норма МДД (полная норма МДД предполагает полное покрытие мелкодиспергированной водой листьев растений без стока воды с них).

Дождевание в 4—9-м вариантах применялось при температуре воздуха более 20°С. Последующие 10—12-й варианты отличались от 7—9-го только тем, что в них МДД применяли по перепаду температур в системе лист — воздух, т.е. МДД подавалось только в тех случаях, когда температура листа была равна температуре окружающего воздуха или превышала ее, если же она была ниже последней не менее чем на 1°С, то МДД отменялось.

Метеорологические условия вегетационных 1992—1996 гг. различались по температурному режиму, количеству осадков и их распределению. Так, вегетационный период 1992 г. был резко засушливым (за май — сентябрь выпала только половина нормы осадков) и характеризовался повышенной температурой воздуха. В 1993 г. начало вегетации также было засушливым, но начиная с июля установилась холодная и сырая погода, хотя в отдельные дни температура воздуха на 10—15°С превышала оптимальную. Весна 1994 г., наоборот, была избыточно влажная, но в дальнейшем отмечались и засушливые декады. Вегетационный период 1995 г. по обеспеченности осадка-

ми можно отнести к среднезасушливым. В 1996 г. режим увлажнения оказался неустойчивым в первых декадах июня и июля, температура воздуха была высокая при низкой относительной влажности воздуха, тогда как третьи декады этих месяцев характеризовались обильным выпадением осадков, снижением прихода ФАР.

В опыте со смешанными посевами культур (ячмень + горох, овес + горох, овес + вика, ячмень + вика) было 6 вариантов: 1-й — без МДД; 2-й — полная разовая норма МДД; 3-й — половинная разовая норма МДД; 4-й — полная норма МДД, применяемая по перепаду температур в системе лист — воздух; 5-й, 6-й — половинная норма МДД по перепаду температур, при этом в 5-м варианте вносилась полная норма минеральных удобрений, в 6-м — половинная.

Мелкодисперсное дождевание проводили с помощью опрыскивателя ОП-2000. Агротехника культур в опыте общепринятая. Высевали ячмень сорта Зазерский 85, овес сорта Буг, горох сорта Труженик, вику Немчиновскую 72, кормовую свеклу сортов Полусахарная розовая, Мона-роза, Тимирязевский гибрид, сахарную свеклу сортов Льговский гибрид, Рамонская односемянная 047. Размещение делянок — систематическое. Площадь делянок — от 300 до 800 м<sup>2</sup>, учетных — от 50 до 300 м<sup>2</sup>. Повторность опыта 4-кратная.

Разовая норма увлажнения при МДД составляла от 0,45 до 0,9 м<sup>3</sup>/га, диаметр капель — 250—500 мкм, интервал между увлаж-

нениями — 1,5—4 ч. Подачу первого полива начинали в 10—11 ч.

Урожай зернобобовых культур учитывали методом прямого комбайнирования (комбайн Сампо 130), корнеплодов — вручную. В течение вегетации мы использовали полевую лабораторию проф. Л.А. Шпоты (транспирометры, торсионные весы и т.п.). Экспериментальные данные обрабатывали методом корреляционно-регрессионного, дисперсионного анализа, все прибавки урожая математически достоверны.

### Результаты

Результаты опытов как в смешанных посевах зернобобовых, так и в посевах корнеплодов убедительно показывают эффективность использования МДД в Центральном районе России на дерново-подзолистых почвах. В смешанных посевах (на примере посевов горохоовсяной смеси) во всех вариантах с МДД были ниже интенсивность транспирации и выше урожай зеленой массы, чем в контроле (табл. 1). Однако лучшие результаты получены в 6-м варианте, где срок МДД назначался с учетом перепада температур. Так, интенсивность транспирации у гороха и овса (табл. 2) в данном варианте снизилась до 3,9 и 3,8 г/дм<sup>2</sup> · ч, в то время как в остальных вариантах с МДД она варьировала от 4,5 до 5,6 г/дм<sup>2</sup> · ч. В 6-м варианте максимальным был урожай зеленой массы растений.

Анализ данных по овсу показал (табл. 2), что показатели растений и интенсивность транспирации

Таблица 1

Эффективность МДД в посеве горохоовсяной смеси  
(в среднем за 1992—1996 гг.)

Вариант опыта	Интенсивность транспирации, г/дм <sup>2</sup> · ч		Урожай зеленой массы, ц/га	Количество дней с МДД	Полновная норма, м <sup>3</sup> /га
	горох	овес			
1	6,4	7,2	144,7	—	—
2	5,6	5,5	169,4	25	118,5
3	5,4	4,8	172,8	25	59,2
4	5,0	4,5	193,1	29	145,6
5	4,8	4,4	197,1	29	72,5
6	3,9	3,8	243,9	29	72,5

Таблица 2

Биометрические показатели растений овса и интенсивность транспирации при МДД (в среднем за 1992—1996 гг.)

Вариант опыта	Высота растений, см	Масса 1 растения, г	Интенсивность транспирации, г/дм <sup>2</sup> · ч	Урожайность зерна, ц/га	Количество дней с МДД	Полновная норма, м <sup>3</sup> /га
1	65	16	6,5	21,5	—	—
2	80	26	5,5	37	19	90
3	85	28	5,0	38	19	45
4	86	29	4,7	45	22	80
5	88	31	4,4	43	22	42
6	98	37	3,9	50,5	22	42

изменялись в зависимости от применения МДД. Максимальные высота и масса растений (98 см и 37 г) наблюдались в 6-м варианте. Различия по высоте по сравнению с контролем составили 33 см, с другими вариантами — 10—18 см, по массе — соответственно 21 и 6—10 г.

При возделывании сахарной свеклы применение МДД в зависимости от перепада температур в системе лист — воздух совместно с половинной дозой NPK позволило снизить интенсивность транспирации по сравне-

нию с контролем на 2,6 г/дм<sup>2</sup> · ч (табл. 3). Наиболее высокой (7,7 г/дм<sup>2</sup> · ч) она была в варианте с максимальной дозой NPK без МДД. На аналогичном фоне минерального питания, но с применением МДД интенсивность транспирации снизилась до 6,4 г/дм<sup>2</sup> · ч. Таким образом, взаимодействие МДД с высокими дозами минеральных удобрений положительно влияет на этот физиологический показатель.

МДД, проведенное с учетом перепада температур, при полной дозе NPK (вариант 11) способ-

## Продуктивность сахарной свеклы при МДД (в среднем за 1993—1996 гг.)

Вариант опыта	Интенсивность транспирации, г/дм <sup>2</sup> · ч	Открытость устьиц, %	Количество листьев на 1 растение, шт.	Сбор корней, ц/га	Количество дней с МДД	Полновная норма, м <sup>3</sup> /га
1	7,5	60	16	61	—	—
2	7,7	69	25	85	—	—
3	7,6	72	22	73	—	—
4	6,1	80	26	90	23	125
5	6,4	78	33	226	23	125
6	5,8	88	35	230	23	125
7	6,8	86	30	88	23	62
8	5,9	80	46	244	23	62
9	5,5	90	40	316	23	62
10	5,8	90	31	159	25	88
11	5,7	88	48	280	25	88
12	4,9	94	43	376	25	88
НСР	—	—	—	14,2	—	—

ствало формированию максимального количества листьев в расчете на 1 растение (48 шт.), а открытость устьиц достигала 88%. При том же способе подачи МДД, но по фону половинной дозы NPK (вариант 12), количество листьев в расчете на 1 растение было немного меньше (43 шт.), процент открытости устьиц — выше (94%), а сбор корнеплодов — наиболее высокий (376 ц/га).

Выявлена четкая зависимость положительного влияния МДД при половинной норме разового полива и половинной дозе NPK на один из важнейших физиологических показателей — соотношение ботва : корень, причем при возделывании сахарной свеклы в пользу корня.

Следует отметить, что при проведении МДД по перепаду температур в системе лист — воздух, а

также при половинной разовой норме МДД независимо от доз минеральных удобрений поливная норма была соответственно на 37 и 63 м<sup>3</sup>/га меньше, чем в вариантах МДД с полной разовой поливной нормой.

В посевах кормовой свеклы в основном проявились те же закономерности, что и в посевах сахарной, но при более высоких сборах корнеплодов с единицы площади (табл. 4). Так, максимальный урожай (1006 ц/га) был получен в варианте 12 (половинная доза NPK и МДД по перепаду температур). Здесь же наблюдалась и более энергичная работа устьичного аппарата, поскольку степень открытости устьиц оказалась высокой (93%). В остальных вариантах опыта урожай корнеплодов колебался от 126 до 606 ц/га, при этом открытость устьиц не превышала 51—89%.

Продуктивность кормовой свеклы (в среднем за 1993—1996 гг.)

Вариант опыта	Применение МДД	Дозы удобрений	Открытость устьиц, %	Урожайность, ц/га
1	—	—	51	126
2	—	90N60P110K	55	158
3	—	1/2 дозы	60	144
4	МДД	—	75	188
5	»	Полная доза	70	259
6	»	1/2 дозы	77	260
7	1/2 МДД	—	72	177
8	»	Полная доза	74	255
9	»	1/2 дозы	88	566
10	МДД по перепаду температур	—	78	205
11	То же	Полная доза	89	606
12	»	1/2 дозы	93	1006
НСР <sub>05</sub>	—	—	—	21,3

Таким образом, приведенные в статье результаты опытов свидетельствуют о том, что при МДД улучшаются микро- и фитоклиматические условия произрастания растений (снимается полуденная депрессия фотосинтеза, оптимизируется температурный и водный режимы, тем самым создаются благоприятные условия для повышения продуктивности растений, а наряду с этим не происходит ухудшения экологии окружающей среды, наблюдаемого при обычных способах полива.

Следует обратить внимание и на влияние самого способа подачи МДД (полная и половинная нормы, сроки подачи) на все рассмотренные в статье показатели. Лучшие результаты дает применение половинной разовой нормы полива с учетом перепада температур в системе лист — воздух на фоне половинной дозы минераль-

ных удобрений (в опыте 45N30P55K). Более высокую эффективность половинной нормы, при которой лист не полностью покрывается водой, можно объяснить улучшением работы устьичного аппарата, снижением интенсивности транспирации, а также активизацией системы корень — лист.

### Выводы

1. Применение мелкодисперсного дождевания в посевах сельскохозяйственных культур с учетом физиологической потребности самого растения позволяет увеличить продуктивность агроценозов и сохранить благоприятную экологическую обстановку.

2. Экологически безопасное мелкодисперсное дождевание является перспективным самостоятельным способом полива корнеплодов, зерновых и зернобобо-

вых культур в условиях Центрального района России.

3. Сроки полива при мелкодисперсном дождевании следует устанавливать не по температуре воздуха, а по перепаду температур в системе лист — воздух.

4. Функционирование в перспективе самостоятельных систем мелкодисперсного дождевания позволит значительно сократить затраты на строительство оросительных систем, снизить расход воды и полностью устранить возможные экологические последствия орошения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Грамматикати О.Г., Кузнецова Е.И.* Теоретические и практические аспекты создания высокопродуктивных посевов сахарной свеклы при мелкодисперсном дождевании. — Матер. докл. межвуз. науч.-метод. конфер. Ч. 1,

Ярославль, 1995. — 2. *Дубенок Н.Н.* Синхронно-импульсное дождевание. М.: Высшая школа, 1989. — 3. *Золоев В.М., Кузнецова Е.И.* Мелкодисперсное дождевание семенной сахарной свеклы. Буклет. Республиканское правление НТО, Фрунзе, 1987. — 4. *Кузнецова Е.И.* Влияние мелкодисперсного дождевания на продуктивность кормовой свеклы в условиях Центрального района России. — Матер. докл. межвуз. науч.-метод. конфер. Ч. 1, Ярославль, 1995. — 5. *Кузнецова Е.И., Антониади И.С.* Физиологические и микроклиматические показатели смешанных посевов при мелкодисперсном дождевании. — Матер. докл. межвуз. науч.-метод. конфер. Ч. 1, Ярославль, 1995. — 6. *Кузнецова Е.И.* Мелкодисперсное дождевание управляет урожаем. Сахарная свекла, 1997, № 5, с. 11.

*Статья поступила 4 декабря 1996 г.*

#### SUMMARY

It is shown that fine-dispersed sprinkling fodder beet and sugar beet, mixed seedings of grain-forage crops in Central region of Russia produces desirable effect on growth and development of plants, on operation of stoma apparatus, transpiration, dynamics of root system growth, plant productivity irrespective of meteorological characteristic of the growing period.