

УДК 633.31:631.67(470.55/.57)

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Н. Н. ДУБЕНОК, А. П. НЕСВАТ

(Кафедра геодезии и мелиорации)

На темно-каштановых почвах Южного Урала испытывались различные режимы орошения и разные нормы оросительной воды и минеральных удобрений в посевах люцерны. Выявлено, что для получения сена люцерны 100—120 ц/га необходимо поддерживать влажность почвы в метровом слое на уровне 75—80 % НВ и вносить 100Н130Р. Установлено также, что при ночных поливах в данной зоне испарение оросительной воды в 2,2—2,9 раза меньше, чем при дневных; это позволяет экономить за сезон до 600 м³ оросительной воды на каждом гектаре.

Сдерживающим и основным фактором, препятствующим получению высоких урожаев кормовых культур в степных районах Южного Урала, является отсутствие достаточного количества влаги. Восточная зона Оренбургской области ежегодно подвержена губительному влиянию суховеев, при которых температура воздуха достигает 40 °С, а относительная его влажность снижается до 10 % [3]. Сборы сена на естественных лугах составляют всего 3—4 ц/га, что, конечно, не способствует развитию животноводства. На пашне, отводимой под посевы кормовых культур, при остром дефиците влаги также нельзя добиться высокой урожайности многолетних и однолетних трав: сборы сена не превышают 6—11 ц/га, а кукуруза на зеленую массу дает всего 30—40 ц/га. В таких условиях хозяйства вынуждены отводить больше площади под кормовые культуры или проводить орошение. Од-

нако острый дефицит оросительной воды сдерживает работы в данном направлении.

Главную роль в расширении поливных площадей хозяйства восточной зоны Оренбуржья отводят местному стоку и лиманному орошению. До 80 % орошаемых площадей в области занято кормовыми, 25 % из которых — люцерной. При эффективном использовании фотосинтетически активной радиации эта культура способна давать здесь в условиях орошения по 150—200 ц высококачественного сена на 1 га. В настоящее время лучшие хозяйства собирают по 80—90 ц сена с 1 га, но в среднем по области урожайность люцерны остается на уровне 40—50 ц/га. Низкая урожайность орошаемой люцерны объясняется отсутствием научно обоснованных технологий возделывания и норм удобрений, нарушением поливных режимов.

В задачу наших исследований

входила разработка рациональных параметров режимов орошения и питания фуражной люцерны, обеспечивающих получение урожая на уровне 100—120 ц сена с 1 га.

Существующие рекомендации по орошению кормовых культур не полностью отвечают требованию ресурсосбережения. Но, поскольку бережное использование каждого кубометра оросительной воды в условиях Оренбуржья является важнейшим фактором эффективности орошаемого земледелия, одной из основных задач наших исследований было определение рациональных режимов орошения, для чего изучались потери воды на испарение при дневных и ночных поливах.

Методика

Исследования проведены в 1988—1990 гг. на орошаемом участке в совхозе имени 60-летия Союза ССР Оренбургской области.

Почвы типичные для данного района — темно-каштановые карбонатные глинистого механического состава. Уровень залегания грунтовых вод — 5—6 м. Содержание гумуса в пахотном слое — 3 %, подвижного фосфора по Мачигину — 3,0—3,5 мг, легкогидролизуемого азота по Тюрину — Кононовой — 3—4 мг, обменного калия по Мачигину — 50 мг на 100 г.

Почвы опытного участка характеризуются следующими значениями водно-физических показателей: плотность — 1,44 г/см³; плотность твердой фазы — 2,72 г/см³; пористость — 47 %; максимальная гигроскопичность — 9,7 %; наименьшая влагоемкость метрового слоя — 23,1 % абсолютно сухой почвы; влагоемкость завядания — 14,6 %.

Климат резко континентальный. Характерны резкие суточные колебания температуры. Основное количество осадков приходится на теп-

лый период (апрель—октябрь): в среднем за май—сентябрь выпадает 150 мм осадков. В 1988 г. за вегетационный период было 208 мм осадков, в 1989 г. — 156, в 1990 г. — 210 мм.

Сумма среднесуточных температур воздуха в мае — сентябре в 1988, 1989 и 1990 гг. составила 2650, 2718 и 2450 °С при средней многолетней 2559 °С.

Годы исследований по метеорологическим условиям можно охарактеризовать следующим образом: 1988 — год засушливый, очень теплый, ГТК — 0,78; 1989 — очень засушливый, очень теплый, ГТК — 0,57; 1990 — незначительно засушливый, теплый, ГТК — 0,85.

Полевые опыты были заложены во времени и в пространстве в 3-кратной повторности. За люцерной синегридной сорта Бродская местная 2, 3 и 4-го годов жизни наблюдения проводились соответственно 3, 2 и 1 год.

Схема опыта следующая: 2 варианта, различающихся по времени проведения поливов — дневные и ночные; 4 варианта режимов орошения: 1 — без орошения (контроль); 2, 3 и 4 — поливы при снижении влажности почвы до 70—75 %; 75—80 и 80—85 % НВ.

В опыте были три фона минерального питания: без удобрений (контроль); 180N170P30K — рекомендуемые нормы; 100N130P — расчетная норма на урожай 100—120 ц/га.

В целях экономии оросительной воды мы применяли дифференцированные режимы орошения по рекомендациям М. Н. Багрова [1, 2]. Чередовали малые поливные нормы для увлажнения слоя почвы 0—40 см с большими — для увлажнения слоя 0—100 см. Поливы проводились дождевальными машинами ДКШ-64 «Волжанка».

Для сохранения влагозапасов в почве применялся и такой агротех-

Результаты

нический прием, как щелевание, которое способствует не только накоплению влаги, но и созданию удовлетворительных условий для жизни растений благодаря улучшению структуры почвы.

Водно-физические свойства почвы определяли по методикам Н. А. Качинского и А. А. Роде [5, 7] и др., влажность почвы — термостатно-весовым методом в 3-кратной повторности на закрепленных площадях подекадно в расчетных слоях почвы по формуле

$$W=100N\alpha\gamma, \text{ м}^3/\text{га},$$

где N — глубина расчетного слоя почвы, m ; α — плотность почвы, g/cm^3 ; γ — влажность почвы, % от сухой массы.

Поливную норму учитывали с помощью дождемеров Давитая, а рассчитывали по формуле А. Н. Костякова [5]:

$$m=100N\alpha(NB-V), \text{ м}^3/\text{га},$$

где NB — наименьшая влагоемкость, % от массы сухой почвы, V — предполивная влажность расчетного слоя почвы, %.

Суммарное водопотребление за вегетацию и по укосам определяли методом водного баланса по укороченному уравнению [5]

$$E=M+10A\epsilon P+(W_N-W_K), \text{ м}^3/\text{га},$$

где M — оросительная норма, $m^3/\text{га}$; $10A\epsilon P$ — атмосферные осадки за исследуемый период вегетации, $m^3/\text{га}$; (W_N-W_K) — используемая влага из почвы, $m^3/\text{га}$.

Среднесуточное водопотребление по периодам рассчитывали, используя соотношение

$$l=E:V,$$

где E — суммарное водопотребление за определенный период, $m^3/\text{га}$; l — число дней в периоде.

Наблюдения, учеты и анализы выполняли согласно принятым рекомендациям [3, 7 и др.].

Различные метеорологические условия в годы исследований наложили свой отпечаток на результаты опыта.

Сухой май 1990 г. потребовал проведения двух поливов с оросительной нормой 850—980 $m^3/\text{га}$; в 1988 г. достаточным оказался один полив, а в 1989 г. при количестве осадков в мае 100 мм влажность и без поливов поддерживалась на нужном уровне. Все это прослеживалось и в другие месяцы. В 1988, 1989 и 1990 гг. было проведено в зависимости от режима орошения следующее количество поливов: при 70—75 % NB — 6, 7 и 7; 75—80 % NB — 7, 8 и 7; 80—85 % NB — 8, 9 и 7.

Суммарное водопотребление в 1988 г. в варианте 80—85 % составило 6015—6000 $m^3/\text{га}$ — это максимальное значение показателя для орошаемых вариантов. В контрольных вариантах самое высокое суммарное водопотребление отмечено в 1989 г. — 3270 $m^3/\text{га}$. Высокая температура мая и июня, значительные запасы влаги в начале отрастания люцерны и большое количество осадков за этот период позволили достигнуть такого уровня суммарного водопотребления.

Минимальные затраты оросительной воды на производство 1 т сена были в посевах люцерны 2-го года жизни в 1990 г. (308—309 m^3) в варианте 75—80 % NB по фону расчетных норм удобрений. Больше всего было затрачено оросительной воды на 1 т сена в варианте 70—75 % NB на неудобряемых участках: в 1990 г. — 975 $m^3/\text{т}$, в 1988 г. — 644 и в 1989 г. — 725 $m^3/\text{т}$.

Ниже приводятся результаты наших исследований в среднем за 3 года исследований.

Т а б л и ц а 1

Суммарное (в числителе) и среднесуточное (в знаменателе) водопотребление люцерны 2-го года жизни ($\text{м}^3/\text{га}$) в среднем за 1988—1990 гг.

| Вариант (предположительный порог влажности) | Время поливов | За 3 укоса | I укос | II укос | III укос |
|---------------------------------------------|---------------|------------|--------|---------|----------|
| Без орошения (контроль) | — | 2353 | 2353 | — | — |
| | | 44,4 | 44,4 | — | — |
| 70—75 % НВ | День | 5615 | 1847 | 1937 | 1831 |
| | | 40,1 | 34,2 | 42,1 | 45,8 |
| | Ночь | 5644 | 1947 | 1966 | 1831 |
| | | 40,3 | 34,2 | 42,7 | 45,8 |
| 75—80 % НВ | День | 5803 | 1930 | 2063 | 1810 |
| | | 40,6 | 35,1 | 44,7 | 45,0 |
| | Ночь | 5889 | 1944 | 2101 | 1844 |
| | | 41,2 | 35,3 | 44,7 | 45,0 |
| 80—85 % НВ | День | 5850 | 1937 | 2072 | 1841 |
| | | 40,9 | 35,2 | 44,1 | 44,3 |
| | Ночь | 5898 | 1947 | 2104 | 1847 |
| | | 41,2 | 35,4 | 44,8 | 45,0 |

Наиболее высокое суммарное водопотребление наблюдалось в вариантах 80—85 % НВ и при дневных, и при ночных поливах. Снижение уровня предположительного порога влажности обусловило некоторое снижение суммарного водопотребления. Эта закономерность прослеживалась и по отношению к среднесуточному водопотреблению (табл. 1).

Суммарное водопотребление при орошении было более чем в 2 раза выше по сравнению с контролем. В среднем за 3 года у люцерны 2-го года жизни оно составило при ночных поливах $5898 \text{ м}^3/\text{га}$, при дневных — $5850 \text{ м}^3/\text{га}$ (табл. 1), в контроле — всего $2353 \text{ м}^3/\text{га}$. Аналогичная картина прослеживалась и в посевах 3-го и 4-го годов жизни растений.

Водопотребление люцерны в вегетационный период было неравномерным, причем коэффициент водопотребления зависел от фазы развития растений и погодных условий.

Максимальный среднесуточный расход воды $44,4 \text{ м}^3/\text{га}$ наблюдался при формировании I укоса в контроле. Среднесуточный расход воды в орошаемых вариантах при формировании II и III укосов был несколько выше, чем при формировании I укоса.

Расход оросительной воды на 1 т урожая в посевах люцерны 2-го года жизни был минимальным (311 м^3) в варианте 75—80 % НВ при ночных поливах и расчетных дозах удобрений (табл. 2). По всем фонам минерального питания вариант 75—80 % НВ отличался меньшим расходом оросительной воды на производство 1 т продукции по сравнению с другими орошаемыми вариантами.

Во все годы исследований наиболее продуктивными были посевы люцерны 2-го года жизни (табл. 3). Урожайность в орошаемых вариантах в 4—5 раз превышала контрольную. Внесение минеральных удобрений на неорошаемых участ-

ках способствовало повышению урожая: прибавка его в посевах люцерны 2, 3 и 4-го годов жизни составила 10,3; 4,4 и 3,7 ц/га. Совместное применение орошения и расчетных норм удобрений во все годы жизни давало прибавку урожая от 38,3 до 58,8 ц/га. При увеличении предполивного порога влажности с 70—75 до 75—80 % НВ сбор сена повышался в отдельные годы на 30 ц/га. Дальнейшее повышение порога предполивной влажности не привело к увеличению урожайности. Наиболее высокие урожаи за все годы исследований были получены в варианте 75—80 % НВ при ночных поливах и расчетной норме удобрений: в посевах люцерны 2, 3 и 4-го годов жизни — 116,6; 112,2 и 101,6 ц/га.

Зависимости уровня урожайности люцерны от времени проведения поливов не установлено (табл. 3).

Непосредственно при поливе теряется огромное количество воды на испарение. Уровень последнего

Т а б л и ц а 2
Затраты оросительной воды (м³) для получения 1 т сена люцерны 2-го года жизни в среднем за 1988—1990 гг. при дневных (числитель) и ночных (знаменатель) поливах

| Вариант (предполивной порог влажности) | Без удобрений | 180N170P30K | 100N130P |
|----------------------------------------|---------------|-------------|----------|
| 70—75 % НВ | 781 | 497 | 436 |
| | 761 | 488 | 425 |
| 75—80 % НВ | 648 | 433 | 331 |
| | 629 | 410 | 311 |
| 80—85 % НВ | 694 | 474 | 361 |
| | 669 | 447 | 342 |

во многом определяется температурой воздуха и скоростью ветра. Проведенные наблюдения показали, что в среднем за 3 года скорость ветра ночью была в 1,2—1,6 раза меньше, чем днем, а температура воздуха в среднем за ночь в мае, июле и августе

Т а б л и ц а 3

Эффективность дневных (числитель) и ночных (знаменатель) поливов люцерны в среднем за 1988—1990 гг.

| Показатель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|
| Поливная норма, мм/га | 59,8 | 103,2 | 72,0 | 77,1 | 80,0 |
| Количество поливов | 1,0 | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,0 |
| Интенсивность дождя, мм/мин | 0,190 | 0,169 | 0,178 | 0,186 | 0,190 |
| | 0,219 | 0,214 | 0,212 | 0,221 | 0,221 |
| Продолжительность полива, мин | 378,0 | 777,6 | 505,8 | 506,4 | 506,4 |
| | 293,4 | 527,4 | 377,4 | 374,4 | 387,6 |
| Подано воды, мм/га | 71,8 | 131,4 | 90,0 | 94,2 | 96,2 |
| | 64,3 | 112,7 | 80,0 | 82,7 | 85,6 |
| Потери на испарение: | | | | | |
| | мм | 12,0 | 28,2 | 18,0 | 17,1 |
| % | 4,5 | 9,6 | 8,0 | 5,6 | 5,6 |
| | 20 | 29 | 25 | 22 | 20 |
| Экономия воды и рабочего времени при ночных поливах: | 8 | 10 | 11 | 7 | 7 |
| | мм | 7,5 | 18,6 | 10,0 | 11,5 |
| мин | 84,6 | 250,2 | 128,4 | 132,0 | 118,8 |

сте — на 7 °С; в июне и сентябре — на 8 °С. Более высокие температура воздуха и скорость ветра в дневное время способствуют повышению потерь воды на испарение, увеличивается и снос воды на соседние участки.

В среднем за 1988—1990 гг. в посевах люцерны 2-го года жизни при ночных поливах было сэкономлено на каждом орошаемом гектаре около 600 м³ оросительной воды (табл. 3). Потери воды на испарение при ночных поливах в 2,2—2,9 раза ниже, чем при дневных, а время работы дождевальной машины в результате этого — на 11,9 ч меньше.

Затраты на проведение ночных поливов окупаются получением 1,9 т высококачественного сена на 1 га за счет использования сэкономленного количества воды.

Выводы

1. Урожай люцерны на сено в 100—120 ц/га можно получать, поддерживая предполивную влажность почвы на уровне 75—80 % НВ при дифференцированных поливах и внесении расчетных норм удобрений 100N130P.

2. Потери воды на испарение при ночных поливах в 2,2—2,9 раза ниже, чем при дневных.

3. Проведение ночных поливов позволяет сохранить до 600 м³ оросительной воды на каждом гектаре; этого количества воды достаточно для получения дополнительной 1,9 т сена с 1 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Багров М. Н.* Режим орошения с.-х. культур.— М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1975, с. 76.— 2. *Багров М. Н.* Особенности водного режима орошаемых светло-каштановых солонцеватых почв.— Почвоведение, 1979, № 7, с. 98—102.— 3. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта.— М.: Колос, 1979.— 4. *Дубенок Н. Н., Шумаков Б. Б.* Орошение сеяных многолетних трав на склоновых участках.— Изв. ТСХА, 1985, вып. 6, с. 14—21.— 5. *Колесников Л. Д.* Орошаемое земледелие в Оренбургской области.— Челябинск, 1986, с. 6—10.— 6. *Костяков А. Н.* Основы мелиорации / Изд. 6-е.— М.: Сельхозиздат, 1960, с. 600—622.— 7. Методика полевых опытов с кормовыми культурами.— М.: ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1971.— 8. *Назарова Р. Е., Мушинский А. С. и др.* Система ведения сельского хозяйства Оренбургской области.— Челябинск, 1986, с. 195—213.— 9. *Роде А. А.* Основы учения о почвенной влаге. Л.: Агропромиздат, 1965.

Статья поступила 10 июня 1991 г.

SUMMARY

On dark chestnut soils of the South Urals different irrigation regimes and different rates of irrigation water and mineral fertilizers in alfalfa stands were examined. It has been found that to obtain 100—120 hw/ha of alfalfa hay it is necessary to keep soil moisture in a 1 meter layer on the level of 75—80 % of the lowest moisture capacity and to apply 100N130P. It has also been found that in this area if irrigation is done at night, evaporation of irrigation water is 2.2—2.9 times lower than with irrigation in the daytime, which allows to save up to 600 м³ of irrigation water per each hectare during the season.