

I.A. Gubanov, K.V. Kiselev, V.S. Novikov, V.N. Tikhomirov. – Moskva: Agropromizdat, 1990. – 183 s.

2. Spravochnik po kormoproizvodstvu / pod red. V.M. Kosolapova, I.A. Trofimova. – 5-e izd. pererab. i dop. – Moskva: Rosselkhozakademiya, 2014. – 715 s.

3. Osnovnye vidy i sorta kormovykh kultur: Itogi nauchnoy deyatel'nosti Tsentral'nogo selektsionnogo tsentra / pod red. Z.Sh. Shamsutdinova, A.S. Novoselovoy. – Moskva: Nauka, 2015. – 545 s.

4. Chayka, A.K. Osnovy intensivatsii kormoproizvodstva v Primorskoy krae. – Vladivostok: Dalnevost. kn. izd-vo, 1990. – 115 s.

5. Gorbachev, I.V. Kultura klevera na semena / I.V. Gorbachev. – Moskva, 2007. – 159 s.

6. Klochkov, A.V. Vliyaniye pogodnykh usloviy na urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur / A.V. Klochkov, O.B. Solomko,

O.S. Klochkova // Vestn. Belorusskoy GSKhA. – 2019. – No. 2. – S. 101-105.

7. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B.A. Dospekhov. – 5-e izd. pererab. i dop. – Moskva: Alyans, 2014. – 351 s.

8. Metodika Gosudarstvennogo sortispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – Moskva, 1989. – Vyp. 2. – 196 s.

9. Metodika selektsii mnogoletnikh trav / [sost. A.M. Konstantinova, P.A. Voshchinin, A.S. Novoselova [i dr.]; VNII kormov im. Vilyamsa. – Moskva, 1969. – 110 s.

10. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami / RASKhN, VNII kormov. – Moskva, 1997. – 155 s.

11. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispolzovaniyu. – Moskva: Alyans, 2017. – 483 s.



УДК 631.671:633.34

Р.Г. Горносталь, А.С. Давыдов
R.G. Gornostal, A.S. Davydov

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СОИ

THE IMPACT OF IRRIGATION SCHEDULES ON SOYBEAN WATER CONSUMPTION

Ключевые слова: урожайность, соя, фазы развития, режим орошения, осадки, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления.

Keywords: yielding capacity, soybean, development stages, irrigation schedule, precipitations, consumptive water use, water use ratio.

На формирование урожайности растений значительное влияние оказывают условия водопотребления. Суммарное водопотребление сои (Е, мм) определяли по методу водного баланса расчетного слоя почвы, разработанному А.Н. Костяковым. За 3 года исследований суммарное водопотребление сои отличалось как по годам исследований, так и по вариантам увлажнения. Максимальное суммарное водопотребление в среднем за 3 года получено на варианте 80% НВ, которое составило 4393 м³/га. На вариантах 60 и 70% НВ суммарное водопотребление было ниже. В структуре суммарного водопотребления доля оросительной нормы составляла от 48 до 70%. Осадки вегетационного периода по годам исследований в суммарном водопотреблении – от 25 до 47%. Коэффициент водопотребления на варианте без орошения в среднем за 3 года исследований – 1682 м³/т при средней урожайности 1,0 т/га и среднем суммарном водопотреблении 1682 м³/га. На варианте 60% НВ средний коэффициент водопотребления составил 1813 м³/т. На варианте 70% НВ средний коэффициент водопотребления оказался сопоставимым с контролем. Наименьшими коэффициенты водопотребления на варианте 80% НВ. Без удобрения он составил 1435 м³/т, а при обработке семян «Ризоторфином» снизился до 1255 м³/т. Прослеживается зависимость, при которой с увеличением суммарного водопотребления увеличивается урожайность зерна сои и уменьшается коэффициент водопотребления.

Горносталь Роман Геннадьевич, аспирант, каф. водопользования и мелиорации, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: col4e@mail.ru.

Давыдов Александр Степанович, д.с.-х.н., доцент, проф., каф. водопользования и мелиорации, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: adav55@yandex.ru.

The conditions of consumptive water use have great impact on crop yielding capacity. The consumptive water use of soybean (E, mm) was determined by the method of water balance of normal soil layer developed by A.N. Kostyakov. For three years of the research, the consumptive water use of soybean differed both on different years and irrigation variants. The maximum consumptive water use (three-year average) was obtained in the variant with 80% minimum moisture-holding capacity that made 4393 m³ ha. The maximum consumptive water use was lower in the variants with 60% and 70% minimum moisture-holding capacity. The percentage of irrigation rate was 48-70% of the consumptive water use. The precipitation of the growing season on the research years made 25-47% of consumptive water use. The water use ratio in the variant without any irrigation (three-year average) made 1682 m³ t with the average yielding capacity of 1.0 t ha and average consumptive water use of 1682 m³ ha. The average water use ratio in the variant with 60% minimum moisture-holding capacity made 1813 m³ t. The average water use ratio in the variant with 70% minimum moisture-holding capacity turned out to be similar to the control variant. The variant with 80% minimum moisture-holding capacity had the minimal water use ratio. It made 1435 m³ t without any fertilizer, and declined to 1255 m³ t after the soybean seeds were treated with "Rhizotorfin". There is a clear tendency that with higher consumptive water use, the yielding capacity of soybeans increases and the water use ratio decreases.

Gornostal Roman Gennadyevich, post-graduate student, Chair of Water Management and Amelioration, Altai State Agricultural University. E-mail: col4e@mail.ru.

Davydov Aleksandr Stepanovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Water Management and Amelioration, Altai State Agricultural University. E-mail: adav55@yandex.ru.

Введение

Значительное влияние на формирование урожайности растений оказывают запасы влаги в почве, осадки, температура и условия водопотребления.

Выдающийся ученый А.Н. Костяков предложил «потребность растений в воде и ее продуктивное использование выражать через суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления [1]. Он отмечал, что водопотребление сельскохозяйственных культур – это расход воды с определенной

площади за период вегетации растений. Исследователи величину суммарного водопотребления определяли различными методами. Но, как отмечали П.Е. Ляшенко [2], Н.А. Юст [3] и другие, «сущность всех методов заключается в установлении зависимости водопотребления от различных климатических факторов: суммы температур, солнечной радиации, дефицита влажности воздуха, испаряемости и т.д.»

Цель работы – изучить влияние режимов орошения на водопотребление сои.

Задачи: установить структуру водопотребления при разных режимах орошения; рассчитать коэффициенты водопотребления сои при орошении.

Объекты и методы исследования

Объектом наших исследований явилась зернобобовая культура соя, режимы орошения и водопотребление.

Соя по своему происхождению – растение теплого муссонного климата, для которого характерна высокая влажность в летние месяцы. Для своего развития и реализации потенциальных возможностей соя требует большого количества тепла и влаги [4]. Мы изучали сорт сои Золотистая. Высота растений 75-120 см. Бобы лущильные, семена округлой формы, масса 1000 семян 125-176 г. Сорт созревает за 92-99 суток.

В наших исследованиях для определения суммарного водопотребления сои (E, мм) использован метод водного баланса, который разработал А.Н. Костяков [1]. Этот метод в своих исследованиях использовали В.Ф. Баранов [5], Г.Т. Балакай [6] и другие ученые [7, 8].

По определению А.Н. Костякова, суммарное водопотребление – это произведение коэффициента водопотребления (K_b) на заданную урожайность культуры (У) [1]:

$$E = K_b U, \text{ м}^3/\text{га},$$

где K_b – коэффициент водопотребления, $\text{м}^3/\text{т}$;

У – урожайность, $\text{т}/\text{га}$.

Результаты исследований

Осадки и вегетационные поливы являются основными приходными статьями водного баланса сои. Чем больше выпадает осадков, тем меньше требуется поливной воды. Это отмечено как в наших исследованиях, так и у других авторов [9, 10].

При изучении водопотребления сои, кро-

ме этих основных статей баланса, мы принимали в расчет влагу из почвенных запасов.

Структура суммарного водопотребления при режимах орошения 60, 70 и 80% НВ представлена в таблице 1.

Из анализа значений таблицы 1 следует, что суммарное водопотребление сои различается по вариантам с орошением и без орошения. Эти различия отмечаем как по годам исследования, так и по вариантам с различными уровнями предполивной влажности почвы. Это в своих исследованиях отмечали и другие авторы [11-13].

На варианте без орошения потребность сои в воде удовлетворялась на 80-89% за счет атмосферных осадков вегетационного периода. Использование влаги из почвы было незначительным.

Максимальное суммарное водопотребление сои в 2016 г. получено на варианте при поддержании предполивной влажности 80% НВ, которое составило $4196 \text{ м}^3/\text{га}$. В 2017 и 2018 гг. максимальное суммарное водопотребление так же, как и в 2016 г., получено на варианте 80% НВ – соответственно, 4595 и $4388 \text{ м}^3/\text{га}$. На вариантах 60 и 70% НВ суммарное водопотребление было ниже.

На всех вариантах с орошением максимальная доля воды в суммарном водопотреблении приходилась на оросительную норму. На варианте 60% НВ в среднем за 3 года ее величина доходила до 69%, а на вариантах 70% НВ и 80% НВ – до 70%. На долю осадков за вегетационный период приходилось от 25 до 47%.

Самым увлажненным оказался 2017 г. Приход влаги от осадков на вариантах с орошением составил 45-47%. Использование внутрпочвенной влаги не существенно сказывалось на суммарном водопотреблении и составляло не более 6%.

Структура суммарного водопотребления сои

| Год | Вариант | Суммарное водопотребление (E), м ³ /га | Оросительная норма (M _{ор.}) | | Осадки | | Почвенная влага | |
|------------------|-----------|---|--|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | | | м ³ /га | % от E | м ³ /га | % от E | м ³ /га | % от E |
| 2016 | Без орош. | 1270 | | | 1020 | 80 | 250 | 20 |
| | 60% НВ | 4096 | 2850 | 69 | 1020 | 25 | 226 | 6 |
| | 70% НВ | 4146 | 2900 | 70 | 1020 | 25 | 226 | 5 |
| | 80% НВ | 4196 | 2950 | 70 | 1020 | 24 | 226 | 6 |
| 2017 | Без орош. | 2300 | | | 2050 | 89 | 250 | 11 |
| | 60% НВ | 4344 | 2100 | 48 | 2050 | 47 | 194 | 5 |
| | 70% НВ | 4444 | 2200 | 50 | 2050 | 46 | 194 | 4 |
| | 80% НВ | 4595 | 2350 | 51 | 2050 | 45 | 194 | 4 |
| 2018 | Без орош. | 1720 | | | 1470 | 85 | 250 | 15 |
| | 60% НВ | 4238 | 2550 | 60 | 1470 | 35 | 218 | 5 |
| | 70% НВ | 4338 | 2650 | 61 | 1470 | 34 | 218 | 5 |
| | 80% НВ | 4388 | 2700 | 62 | 1470 | 34 | 218 | 4 |
| Средн. за 3 года | Без орош. | 1760 | | | 1510 | 85 | 250 | 15 |
| | 60% НВ | 4226 | 2500 | 59 | 1510 | 36 | 213 | 5 |
| | 70% НВ | 4309 | 2580 | 60 | 1510 | 35 | 213 | 5 |
| | 80% НВ | 4390 | 2670 | 61 | 1510 | 34 | 213 | 5 |

Очень важным показателем является коэффициент водопотребления, который показывает, сколько воды расходует растение на образование единицы урожая товарной продукции (K_в, м³/т). Как отмечал А.Н. Костяков, коэффициент водопотребления характеризует комплекс агротехнических мероприятий, обеспечивающих уровень продуктивности, а не биологическую потребность посевов в воде [1]. Суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления сои рассчитаны в таблице 2.

По данным, представленным в таблице 2, отмечено, что коэффициент водопотребления на варианте без орошения в среднем за 3 года исследований составил 1682 м³/т при средней урожайности 1,0 т/га и среднем суммарном водопотреблении 1682 м³/га. На варианте с уровнем предполивной влажности 60% НВ средний коэффициент водопотребления оказался выше – 1813 м³/т. На этом же варианте по увлажнению, но с об-

работкой семян перед посевом инокулянтом «Ризоторфин» коэффициент водопотребления уменьшился до 1528 м³/т.

На варианте с уровнем предполивной влажности 70% НВ средний коэффициент водопотребления оказался сопоставимым с контролем, а на этом же варианте по увлажнению, но с обработкой семян перед посевом инокулянтом «Ризоторфин» коэффициент водопотребления уменьшился до 1436 м³/т. Наименьшими коэффициенты водопотребления оказались на варианте 80% НВ. Без удобрения он составил 1435 м³/т, а при обработке семян ризоторфином снизился до 1255 м³/т.

Отмечено, что за 3 года исследований коэффициент водопотребления у сои на вариантах с орошением оказался ниже, чем без орошения. Исключение составил только вариант с режимом орошения 60% НВ без обработки семян инокулянтом.

Суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления сои

| Вариант | 2016 г. | | | 2017 г. | | | 2018 г. | | | Среднее за 2016-2018 гг. | | |
|--|-------------------|---|--|-------------------|---|--|-------------------|---|--|--------------------------|---|--|
| | урожайность, т/га | суммарное водопотребление, м ³ /га | коэффициент водопотребления, м ³ /т | урожайность, т/га | суммарное водопотребление, м ³ /га | коэффициент водопотребления, м ³ /т | урожайность, т/га | суммарное водопотребление, м ³ /га | коэффициент водопотребления, м ³ /т | урожайность, т/га | суммарное водопотребление, м ³ /га | коэффициент водопотребления, м ³ /т |
| Контроль (без удобрения и орошения) | 0,8 | 1270 | 1411 | 1,2 | 2300 | 1916 | 1,0 | 1720 | 1720 | 1,0 | 1682 | 1682 |
| 60% НВ | 2,2 | 4096 | 1861 | 2,5 | 4344 | 1737 | 2,3 | 4238 | 1842 | 2,3 | 4226 | 1813 |
| 60% НВ + ризоторфин (3 л на 1 т семян) | 2,7 | | 1517 | 2,9 | | 1498 | 2,7 | | 1569 | 2,8 | | 1528 |
| 70% НВ | 2,5 | 4146 | 1658 | 2,7 | 4444 | 1645 | 2,5 | 4338 | 1735 | 2,6 | 4309 | 1679 |
| 70% НВ + ризоторфин (3 л на 1 т семян) | 2,9 | | 1429 | 3,1 | | 1433 | 3,0 | | 1446 | 3,0 | | 1436 |
| 80% НВ | 2,8 | 4196 | 1498 | 3,3 | 4595 | 1392 | 3,1 | 4388 | 1415 | 3,1 | 4393 | 1435 |
| 80% НВ + ризоторфин (3 л на 1 т семян) | 3,4 | | 1234 | 3,7 | | 1241 | 3,5 | | 1253 | 3,5 | | 1255 |

Выводы

1. Режимы орошения для поддержания предполивной влажности на заданных уровнях оказывают существенное влияние на водопотребление сои.

2. В структуре водопотребления в варианте без орошения на приход влаги от осадков приходится до 89%. Остальная потребность растений в воде покрывается за счет запасов в почве. На вариантах с орошением потребность растений во влаге на 47-70% удовлетворяется оросительной нормой.

3. Коэффициент водопотребления сои при орошении имеет минимальное значение при режиме 80% НВ на уровне 1255 м³/т, а на контроле его значение в среднем за 3 года исследований составило 1682 м³/т.

Библиографический список

1. Костяков, А. Н. Основы мелиораций / А. Н. Костяков. – Москва: Госиздат, 1960. – 622 с. – Текст: непосредственный.
2. Ляшенко, П. Е. Соя при орошении в Заволжье / П. Е. Ляшенко. – Текст: непосредственный // *Зерновое хозяйство*. – 1975. – № 7.
3. Юст, Н. А. Паровые мелиорации, обеспечивающие воспроизводство плодородия почв мелиорируемых земель южной зоны Приамурья: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.02 / Юст Н. А. – Благовещенск, 2004. – 163 с. – Текст: непосредственный.

4. Бабич, А. А. Соя – культура XXI века / А. А. Бабич. – Текст: непосредственный // Вестник сельскохозяйственных наук. – 1991. – № 7. – С. 27-37.

5. Баранов, В. Ф. Поливной режим сои в зависимости от глубины увлажнения / В. Ф. Баранов; ВНИИМК. – Краснодар, 1980. – 29 с. – Текст: непосредственный.

6. Балакай, Г. Т. Соя на орошаемых землях. – Москва: ГУ ЦНТИ Мелиоводинформ, 1999. – 138 с. – Текст: непосредственный.

7. Роде, А. А. Методы изучения водного режима почв / А. А. Роде. – Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 244 с. – Текст: непосредственный.

8. Шумаков, Б. Б. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа проектирования режима орошения / Б. Б. Шумаков. – Текст: непосредственный // Биологические основы орошаемого земледелия. – Москва: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 33.

9. Давыдов, А. С. Режим орошения кукурузы на зерно / А. С. Давыдов, К. С. Ермакова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5 (175). – С. 55-59.

10. Акуленко, Ю. Н. Проблемы орошения земель равнинного Алтая / Ю. Н. Акуленко, В. И. Бивалькевич. – Барнаул, 1995 – 184 с. – Текст: непосредственный.

11. Davydov A.S., Ermakova K.S., Gornostal R.G. Efficiency of Cultivating Corn for Grain under Irrigation in the Prialeyskaya Steppe // International Scientific and Practical Conference “Agro-SMART - Smart Solutions for Agriculture” (Tyumen, Russia. 16-19 July, 2019) // KnE Life Sciences. – 2019. – p. 1222-1231. DOI: 10.18502/kls.v4i14.5720.

12. Маканникова, М. В. Особенности возделывания риса как перспективной культуры для Амурской области / М. В. Маканникова [и

др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (25). – С. 22-28.

13. Юст, Н. А. Влияние предполивного порога влажности на структуру суммарного водопотребления сои на лугово-черноземовидных почвах / Н. А. Юст, Н. А. Горбачева. – Текст: непосредственный // Научная жизнь. – 2017. – № 2. – С. 41-48.

References

1. Kostyakov A.N. Osnovy melioratsiy. – Moskva, Gosizdat, 1960. – 622 s.

2. Lyashenko P.E. Soya pri oroshenii v Zavolzh'e // Zernovoe khozyaystvo. – 1975. – No. 7.

3. Yust N.A. Parovye melioratsii, obespechivayushchie vosproizvodstvo plodorodiya pochv melioriruemykh zemel yuzhnoy zony Primurya: dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.02. – Blagoveshchensk, 2004. – 163 s.

4. Babich A.A. Soya – kultura XXI veka // Vestnik s.-kh. nauki. – 1991. – No. 7. – S. 27-37.

5. Baranov V.F. Polivnoy rezhim soi v zavisimosti ot glubiny uvlazhneniya // VNIIMK. – Krasnodar, 1980. – 29 s.

6. Balakay G.T. Soya na oroshaemykh zemlyakh. – Moskva: GU TsNTI Meliovodinform, 1999. – 138 s.

7. Rode A.A. Metody izucheniya vodnogo rezhima pochv. – Moskva: Izd. AN SSSR, 1960. – 244 s.

8. Shumakov B.B. Izuchenie vodopotrebleniya selskokhozyaystvennykh kultur – osnova proektirovaniya rezhima orosheniya // Biologicheskie osnovy oroshaemogo zemledeliya. – Moskva: Izd. AN SSSR, 1958. – S. 33.

9. Davydov A.S., Ermakova K.S. Rezhim orosheniya kukuruzy na zerno // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 5. (175). – S. 55-59.

10. Akulenko Yu.N., Bivalkevich V.I. Problemy orosheniya zemel ravninnogo Altaya. – Barnaul, 1995 – 184 s.

11. Davydov A.S., Ermakova K.S., Gornostal R.G. Efficiency of Cultivating Corn for Grain under Irrigation in the Prialeyskaya Steppe // International Scientific and Practical Conference “Agro-SMART - Smart Solutions for Agriculture” (Tyumen, Russia. 16-19 July, 2019) // KnE Life Sciences. – 2019. – p. 1222-1231. DOI: 10.18502/cls.v4i14.5720.

12. Makannikova M.V. i dr. Osobennosti vzdelyvaniya risa kak perspektivnoy kultury dlya Amurskoy oblasti // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 1 (25). – S. 22-28.

13. Yust N.A., Gorbacheva N.A. Vliyanie predpolivnogo poroga vlazhnosti na strukturu summarnogo vodopotrebleniya soi na lugovochernozemovidnykh pochvakh. // Nauchnaya zhizn. – 2017. – No. 2. – S. 41-48.



УДК 631.445.4:635.2(571.15)

Л.В. Терновая, С.В. Макарычев, А.А. Томаровский
L.V. Ternovaya, S.V. Makarychev, A.A. Tomarovskiy

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ НАД РЕЖИМОМ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАПУСТЫ

THE MANAGEMENT OF SOIL MOISTURE REGIME IN WHITE CABBAGE GROWING

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, капуста, влажность, температура, дефицит влаги, орошение, поливная норма.

Важным фактором в обеспечении населения овощами является повышение продуктивности овощных культур. В то же время увеличение урожайности зависит от общефизических, водных, тепловых и физико-химических параметров почвы. Капуста белокочанная выращивается по всей России, но в большей степени – в Европейской нечерноземной зоне и в Сибири, где занимает около 50% площади овощей. Капуста требовательна к почвенному увлажнению и аэрации, но не переносит длительного застоя воды. В июне 2006 г. она была на стадии третьего листа. Но доступные запасы влаги в гумусовом горизонте летом были ниже требуемого уровня. Их минимум пришелся на конец июня (всего 15,7 мм), а также на август и сентябрь. Выпавшие в начале июля дожди увлажнили верхний 20-сантиметровый слой почвы до 31,6 мм. Но во второй половине вегетации влажность в почвенном профиле продолжала падать. Таким образом, в 20-сантиметровом слое чернозема в течение вегетации наблюдался дефицит доступной влаги, и капуста нуждалась в орошении. При этом поливные нормы в летнее время

должны были составлять от 209 т/га 12.07 до 368 т/га 25.06. Продуктивные запасы влаги в 2007 г. в слое 0-20 см превышали необходимую норму только до 30 июня. Но к 28 июля величина доступной влаги уменьшилась до 2,2 мм. Поэтому требовались поливы нормами от 184 т/га 17 августа до 345 т/га в сентябре. Особым являлся срок 28 июля, когда почва нуждалась в поливе объемом 503 м³/га по причине почти полного иссушения. Итак, растения капусты в течение вегетации испытывали дефицит почвенного увлажнения, что обусловило резкое уменьшение ее урожайности. В этой связи исследования в области агрофизики и гидромелиорации могут помочь в оценке состояния водных и тепловых ресурсов в почвенном профиле, а также в регулировании его гидротермического режима и в определении поливных норм при возделывании овощных культур.

Keywords: leached chernozem, white cabbage, moisture content, temperature, moisture deficit, irrigation, irrigation rate.

An important factor in vegetable supply to the population is to increase the productivity of vegetable crops. At the same time, the increase of productivity depends