

минеральных удобрений расчетной и повышенной на 30 % дозой положительно сказалось на продуктивности. В варианте 2 урожайность зеленой массы превышала показатели контроля на 10,8 т/га, или 36,9 %, а в варианте 3 – на 18,7 т/га, или 50,3 %.

Вегетационный период 2009 года по сложившимся климатическим условиям был близок к 2008 году. ГТК в этом году, также как и в предыдущем, был равен 0,75. Однако в 2009 году (на шестой год жизни травосмеси) было отмечено некоторое снижение показателей ее продуктивности по сравнению с 2008 годом. Урожайность зеленой массы в контрольном варианте была на 0,2 т/га меньше, чем в предыдущем году, и составила 18,3 т/га. В варианте 2 (с расчетной дозой минеральных удобрений), который и характеризовался более высокими показателями урожайности зеленой массы по сравнению с вариантом 1 (прибавка равна 10,8 т/га, или 37,1 %), было зафиксировано снижение урожайности на 0,2 т/га по сравнению с предыдущим годом. Вариант 3 с повышенной на 30 % дозой минеральных удобрений, напротив, продемонстрировал увеличение урожайности зеленой массы травосмеси на 0,4 т/га по сравнению с 2008 годом. Здесь отклонение от контроля составило 19,3 т/га, или 51,3 %.

Период вегетации 2010 года характеризовался как очень засушливый (ГТК = 0,60), что оказало огромное влияние на продуктивность изучаемой травосмеси. В этом году продолжилось падение показателей ее продуктивности. Так, урожайность зеленой массы в контрольном варианте со-

ставляла 15,1 т/га, в варианте 2 – 26,3 т/га, в варианте 3 – 35,1 т/га, что на 3,2 т/га, 2,8 т/га и 2,5 т/га меньше, чем в 2009 году. Однако внесение минеральных удобрений расчетной и повышенной на 30 % дозой все же позволило получить более высокую урожайность зеленой массы по сравнению с вариантом 1. Прибавка урожайности в варианте 2 составила 11,2 т/га, или 42,6 %, в варианте 3 – 20,0 т/га, или 56,9 %.

#### Выводы

Из данных, полученных в результате исследований на второй секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС, следует, что в условиях одинаковой обеспеченности осадками, но при разных режимах минерального питания травосмесь формирует различную продуктивность. Наиболее высокие показатели урожайности зеленой массы наблюдались в варианте 3 при внесении дозы минеральных удобрений на 30 % больше расчетной. В среднем за период исследований в данном варианте зеленая масса составила 32,0 т/га, что на 7,2 т/га, или на 22,5 % превышало показатели, полученные в варианте два с внесением расчетной дозы удобрений.

Таким образом, анализ продуктивности травосмеси, культивируемой на золоотвале, показал, что в различные годы исследований она находилась в прямой зависимости от сложившихся климатических условий и доз внесения минеральных удобрений.

Материал поступил в редакцию 30.05.13.

*Гурина Ирина Владимировна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Мелиорация земель»  
Тел. 8 (8635) 22-27-29  
E-mail: i-gurina@mail.ru*

УДК 502/504:631.587:633.13(571.61)

**М. В. МАКАННИКОВА, Н. В. БЕЛЬМАЧ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

## **АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ОВСА ПРИ ДОЖДЕВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЫ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Проведен анализ структуры водопотребления овса при дождевании. Приведен множественный корреляционный анализ основных показателей водопотребления. Представлена зависимость урожайности от изучаемых факторов.*

*Овес, режим орошения, корреляционная связь, дозы удобрений, урожайность.*

*The structure analysis of oats water consumption under overhead irrigation is carried out. There is given a multiple correlated analysis of basic indicators of water consumption. The dependence of productivity on the studied factors is presented.*

*Oats, regime of irrigation, correlation, doses of fertilizers, productivity.*

Для удовлетворения потребностей населения и сельскохозяйственных предприятий в кормах необходимы рост и стабилизация производства продукции растениеводства. Среди зерновых овес является экономически выгодной фуражной культурой Амурской области. Однако урожайность овса остается невысокой и значительно колеблется по годам. Одна из причин – климатические особенности региона, из-за которых растения овса испытывают недостаток влаги в начале вегетации, а в фазу полной спелости зерна страдают от ее избытка.

Одним из главных условий жизнеспособности растений овса является водный режим, обеспечивающий пополнение запасов почвенной влаги в соответствии с его биологическими потребностями и климатическими особенностями. В условиях неравномерного распределения осадков показатели влагообеспеченности являются основными аспектами изучения при возделывании данной культуры.

Министерством сельского хозяйства Амурской области разработана долгосрочная целевая программа по развитию сельского хозяйства, в том числе животноводства. Отсюда возникает проблема нехватки кормов и, как следствие, необходимость возделывания зернофуражных культур [1]. Современная динамика развития сельского хозяйства такова, что увеличение валовой продукции овса происходит не за счет расширения площадей, а за счет роста его урожая [2]. Стабилизация и повышение урожайности и качества зерна овса посредством применения усовершенствованных элементов технологии возделывания – актуальные и практически значимые факторы.

Экспериментальные исследования по разработке основных показателей режимов орошения овса с внесением минеральных удобрений проводили в двухфакторном полевом опыте, где в факторе А изучали влияние водного режима почвы:  $A_0$  – контроль (без полива);  $A_1$  – предполивная влажность почвы 70 % НВ;  $A_2$  – 80 % НВ;  $A_3$  – 90 % НВ, а в факторе В – влияние уровня минерального питания на продуктивность овса:  $B_0$  – контроль (без удобрений);  $B_1$  –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;  $B_2$  –  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $B_3$  –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Исследования проводили в соответствии с требованиями методики опытного дела [3, 4]. Размещение вариантов: по орошению – метод

расщепленных делянок, по удобрениям – рендомизированное. Повторность опыта четырехкратная. Способ полива – дождевание двухсопловыми среднеструйными дождевальными насадками кругового действия «Роса-3». Глубина активно регулируемого поливами слоя увлажнения почвы составляла 0,4 м.

По метеорологическим показателям годы исследований характеризовались следующим образом: 2009 год – влажный (ГТК = 1,82), 2010 год – переувлажненный (ГТК = 2,0), 2011 год – засушливый (ГТК = 1,20).

Почвенный покров опытного участка представлен луговыми черноземовидными почвами. Плотность сложения пахотного слоя составила 1,04...1,08 т/м<sup>3</sup>, порозность изменялась в пределах от 58,7 до 49,1 %, плотность твердой фазы составила 2,52...2,68 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 33,4...30,8 % от массы сухой почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,42 %, легкогидролизуемого азота – 1,5...4,7 (низкое), подвижного фосфора – 65 (среднее), обменного калия – 186 мг/кг почвы (высокое), рН солевой вытяжки – 5,5. Грунтовые воды на опытном участке залегают на глубине более 10 м, поэтому в водном балансе водопотребления овса их не учитывали.

**Результаты и анализ исследований.** Результаты проведенных исследований позволяют определить зависимость урожайности от водообеспечения растений овса. Установлено, что урожайность и оросительная норма варьируют по годам исследований. Поэтому урожайность и основные показатели водопотребления следует представить в виде математических зависимостей, это позволит использовать их для количественной оценки в различных погодных условиях [5, 6]. Методом множественной корреляции с использованием результатов экспериментальных исследований были установлены связи между основными показателями водного баланса при орошении овса.

В годы исследований из-за различия гидротермических условий в период вегетации овса поддержание предполивного порога влажности почвы на изучаемых вариантах обеспечивалось различным числом и сроками проведения

поливов. Для поддержания влажности почвы на уровне 70 % НВ в 2009 и 2010 годах проводили по одному поливу, в 2011 – два

полива поливной нормой 450 м<sup>3</sup>/га. В среднем за три года оросительная норма составила 600 м<sup>3</sup>/га (таблица).

**Коэффициент водопотребления и затраты оросительной воды при различных режимах орошения почвы (среднее значение за 2009–2011 годы)**

Предполивная влажность почвы, % НВ	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Урожайность, т/га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	Затраты оросительной воды на 1 т овса, м <sup>3</sup> /т
70	3818	4,2	600	909	142
80	3923	5,0	700	784	140
90	4071	4,5	900	904	200

Повышение предполивного порога влажности до 80 % НВ сопровождалось увеличением числа поливов до 2-3 поливной нормой 300 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма в среднем за годы исследований увеличилась до 700 м<sup>3</sup>/га. Поддержание 90 % НВ в расчетном слое почвы достигалось проведением 5-7 поливов нормой 150 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма в среднем за годы исследований составила 900 м<sup>3</sup>/га.

Анализ динамики влажности почвы по вариантам водного режима позволяет сделать заключение, что для поддержания заданного схемой опыта предполивного порога на уровне 70, 80, 90 % НВ в среднем за годы исследований оросительная норма изменялась в пределах 600...900 м<sup>3</sup>/га. С повышением предполивного порога влажности оросительная норма увеличивается, такая закономерность подтверждается сильной корреляционной связью между режимом орошения и оросительной нормой. Связь данных показателей представлена прямолинейной зависимостью (R = 0,76) и уравнением полиномиального вида (рис 1).

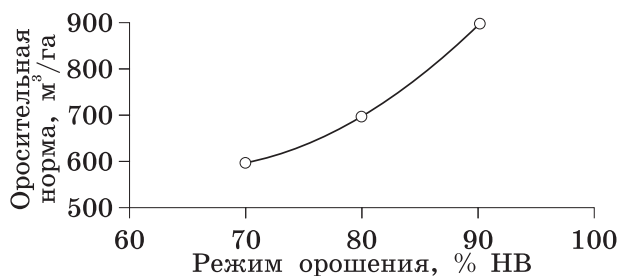


Рис. 1. Зависимость оросительной нормы от режима орошения (среднее значение за 2009–2011 годы)

Оросительная норма также оказывает влияние и на урожайность овса, показатели данных величин имеют сильную корреляционную связь (R = 0,75).

Результаты проведенных исследований по суммарному водопотреблению овса показали, что наибольшее значение, равное 4215 м<sup>3</sup>/га, было получено в 2009 году в варианте с поддержанием предполивного порога влажности почвы 90 % НВ. Наименьшее значение суммарного водопотребления, равное 3535 м<sup>3</sup>/га, получено при режиме орошения 70 % НВ также в 2009 году.

Зависимость суммарного водопотребления овса от разных условий увлажнения выражена прямой сильной связью (R = 0,99). Между суммарным водопотреблением и урожайностью овса отмечена прямая слабая корреляционная связь (R = 0,23).

Основным результатом и главным критерием эффективности определенного приема возделывания овса является его урожайность. Для характеристики режимов орошения, согласно схеме опытов, необходимо проанализировать результаты по годам исследований. Улучшение водного режима почвы, условий минерального питания оказали положительное воздействие на формирование урожая. Повышение предполивного порога влажности почвы до 80 % НВ стимулировало получение наибольшей урожайности, в среднем за годы исследований она составила 5,0 т/га, в варианте без орошения урожайность овса была минимальной – 3,67 т/га. Корреляционный анализ продуктивности зерна

овса в зависимости от влагообеспеченности показал сильную криволинейную связь –  $R = 0,78$  (рис. 2). Зависимость показателей представлена следующим уравнением:

$$y = -0,0062x^2 + 1,0125x - 36.$$

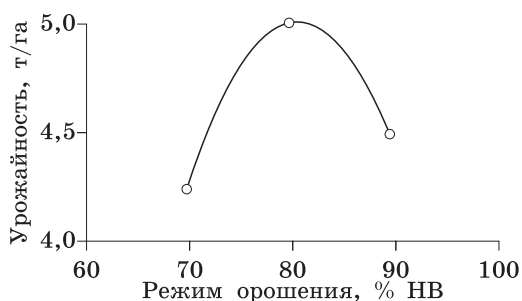


Рис. 2. Зависимость урожайности овса от режимов орошения (среднее значение за 2009–2011 годы)

Важнейшим условием увеличения урожайности и эффективности орошения является рациональное применение удобрений в условиях орошаемого земледелия [6]. Анализируя зависимость величины урожайности от дозы вносимых удобрений, отметили, что на контрольном варианте минерального питания урожайность минимальная – 3,1 т/га. В варианте  $N_{30}P_{30}K_{30}$  урожайность овса увеличивается до 3,8...5,0 т/га и достигает максимального значения 5,6 т/га в варианте  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . При увеличении дозы минеральных удобрений до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  продуктивность овса уменьшается. При анализе показателей урожайности и доз вносимых удобрений прослеживается сильная прямая связь –  $R = 0,73$ .

Установлено, что с повышением предполивного порога влажности возрастают и затраты оросительной воды. В среднем за три года исследований затраты оросительной воды в варианте с предполисным порогом влажности на уровне 70 % НВ составили 142 м<sup>3</sup>/т, в варианте с режимом орошения 80 % НВ – 140 м<sup>3</sup>/т, при 90 % НВ – 200 м<sup>3</sup>/т. Следовательно, уровень влагообеспеченности связан с затратами оросительной воды, связь между этими показателями прямая и сильная. Это подтверждает корреляционный коэффициент, равный 0,85.

Для оценки эффективности возделывания овса большое значение имеет ко-

эффициент водопотребления. Основным показателем, определяющим величину коэффициента, является урожайность культуры. Численные значения его непостоянны и колеблются в среднем за годы исследований в пределах от 784 м<sup>3</sup>/т в варианте 80 % НВ до 909 м<sup>3</sup>/т при режиме орошения 70 % НВ. Корреляционный анализ показал сильную обратную связь между данными показателями ( $R = -0,90$ ). Обратная зависимость указывает закономерное сокращение величины коэффициента водопотребления с увеличением урожайности культуры.

Итоги изменения основных экономических показателей в зависимости от режимов орошения следующие:

наибольшая прибавка урожая отмечена в варианте с предполисным порогом влажности на уровне 80 % НВ (1,5 т/га) и 90 % НВ (0,9 т/га), следовательно, и стоимость прибавки имеет наибольшее значение при данной влагообеспеченности;

стоимость валовой продукции оказалась максимальной при режиме 80 % НВ (18 900 р./га), в контрольном варианте без орошения и без удобрений валовая стоимость продукции минимальная – 10 850 р./га;

с повышением предполивного порога влажности и с увеличением дозы вносимых удобрений производственные затраты с 1 га возрастали с 8 488,8 р. без применения удобрений и без орошения до 14 614,4 р. в варианте с режимом орошения 90 % НВ на фоне минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Экономически выгодные показатели условного чистого дохода отмечены при режиме орошения 80 % НВ.

Анализируя экономическую эффективность возделывания овса, следует оценить рентабельность каждого варианта исследований. Режим орошения 80 % НВ в варианте  $N_{45}P_{45}K_{45}$  имеет самое высокое значение, равное 30,4 %. С увеличением дозы минерального питания до  $N_{60}P_{60}K_{60}$  рентабельность становится минимальной – 22,7 %.

### Выводы

Оптимальным режимом орошения следует считать режим с предполисным порогом влажности почвы, равным 80 % НВ, в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . При данном сочетании факторов отмечена

максимальная урожайность (5,0 т/га), а коэффициент водопотребления минимальный (782 м<sup>3</sup>/т).

В результате проведенных исследований установлены корреляционные зависимости между основными показателями водопотребления, большая часть которых представлена прямыми связями: сильную связь имеют показатели «оросительная норма – режим орошения» ( $R = 0,76$ ), «оросительная норма – урожайность» ( $R = 0,75$ ), «суммарное водопотребление – режим орошения» ( $R = 0,99$ ), «урожайность – режим орошения» ( $R = 0,78$ ), «урожайность – дозы минеральных удобрений» ( $R = 0,73$ ), «режим орошения – затраты оросительной воды» ( $R = 0,85$ ). Зависимость показателей «суммарное водопотребление – урожайность» отмечена прямой слабой связью ( $R = 0,23$ ). Связь между урожайностью и коэффициентом водопотребления – обратная сильная ( $R = - 0,90$ ).

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы. – М.: Минсельхоз

России, 2007. – 76 с.

2. Шелепа А. С., Емельянова Е. В. Перспективы развития аграрного сектора Дальнего Востока // АПК: экономика, управление. – 2012. – № 2. – С. 44–52.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Плешаков В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения: монография. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1985. – 351 с.

5. Основы опытного дела в растениеводстве; под ред. В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифионовой. – М.: КолосС, 2009. – 268 с.

6. Перегудов В. Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. – М.: Колос, 1970. – 425 с.

Материал поступил в редакцию 09.04.13.

*Маканникова Марина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

*Тел. 8-909-810-64-54*

*E-mail: markorschun@mail.ru*

*Бельмач Наталья Викторовна, аспирантка*

*Телефон: 8-961-953-05-29*

*E-mail: belmachnatalya@mail.ru*

УДК 502/504:631.674.5

**Г. В. ОЛЬГАРЕНКО, Н. А. МИЩЕНКО**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»

## **ТЕХНИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО МИКРООРОШЕНИЯ МНОГОЛЕТНИХ НАСАЖДЕНИЙ**

*Обоснована необходимость разработки и применения подкоронового микрождевания на основе мобильного ирригационного комплекта, приведена методика расчета по размещению дефлекторных насадок на кольцевом незамкнутом водовыпуске, а также обоснована экологическая безопасность его применения без лужеобразования и почвенной эрозии.*

*Орошение, поливные нормы, подкороновый полив, водосбережение, эрозия почв, малоинтенсивный полив садов.*

*There is substantiated the necessity of development and application of the undertree micro-irrigation on the basis of a mobile irrigation set, the calculation method on placing deflection nozzles on the annular open water outlet is given, and also the ecological safety of its pool-free application and soil erosion is proved.*

*Irrigation, irrigation rates, undertree irrigation, water saving, soil erosion, low-intensity watering of gardens.*