

УДК 633.2::636.086

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЦ БЕЛАРУСИ И УКРАИНЫ

А.Л.Бирюкович, кандидат сельскохозяйственных наук
РУП «Институт мелиорации»

В.Г.Курзак, И.Т.Слюсар, доктора сельскохозяйственных наук
ННЦ «Институт земледелия Украинской академии аграрных наук»

Ключевые слова: орошение, влагообеспеченность, бобово-злаковые и злаковые травостои, азотные удобрения, продуктивность

Введение

Известно, что многолетние травянистые мезофиты, доминирующие на луговых угодьях, могут существовать и давать высокий, стабильный урожай лишь в условиях достаточного обеспечения водой. На образование 1 кг сухого вещества они тратят 600-800 кг воды, или в 1,5-2 раза больше однолетних кормовых культур [1]. В условиях недостаточного влагообеспечения луговых трав у них прекращается накопление сухого вещества, резко ослабляется процесс кущения и в результате значительно снижается продуктивность [2]. При оптимальном обеспечении водой и минеральными веществами побегообразование и рост трав происходят в течение почти всего вегетационного периода. Улучшению водного режима почвы и обеспечению трав водой способствует орошение, однако эффективность этого приема тесно связана с уровнем влагообеспеченности.

Влагообеспеченность сенокосов и пастбищ зависит от рельефа, механического состава почв. В гумидной зоне гидротермический коэффициент (ГТК) больше единицы, однако в отдельные периоды вегетации ГТК снижается до 0,85, а в остро засушливые – до 0,4. Дефицит влаги прежде всего ощущается на супесчаных почвах, что приводит к значительному недобору урожая. Легкие по гранулометрическому составу почвы удерживают в 1 м³ лишь около 120 мм продуктивной влаги, которой в сухую погоду хватает только на 10 дней [3]. Дефицит водопотребления (разница между оптимальным и фактическим водопотреблением) в среднем по многолетним данным на Полесье составляет 100-200 мм.

Для достижения нормативной окупаемости орошения необходимо, чтобы урожайность угодий была не ниже 400-500 ц/га зеленой массы, прибавка урожая составляла 15-20 ц/га к. ед. с оплатой 1 мм поливной воды не менее 15-20 кг сухой массы [4]. С уменьшением влагообеспеченности лугов повышается эффективность орошения. Так, на суходольных лугах урожайность от орошения увеличилась на 50-56, низинных – на 18-24%. На супесчаных почвах прирост урожая составил 111%, суглинистых – 50-56, низинных лугах с минеральными почвами – 31, торфяных – 22 % [5-9, 16,17].

Орошение в сочетании с достаточным удобрением повышает устойчивость сеяных травостоев, увеличивает долю злаковых и бобовых трав, что улучшает использование экологических ниш. Орошение способствует получению стабильных урожаев трав по годам, равномерному поступлению корма в течение вегетации, предотвращает летнюю депрессию трав.

На пастбищах, где основная масса корней (до 90%) размещена поверхностно, на злаковых травостоях оптимальной зоной увлажнения является слой 0-20 и 0-30 см, а на бобово-злаковых – 0-40 и 0-50 см [10]. На низинных и пойменных лугах глубина промачиваемого слоя не должна превышать 30-40 см. На глубокогумусных почвах, где наблюдается значительное испарение воды, влажность почвы на уровне 70-80% НВ необходимо поддерживать в слое 0-70 см [11, 12].

Методика исследований

В Беларуси исследования вели на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой песками глубже 1 м (Смолевичский район). Содержание $N_{\text{общ}}$ – 0,092 %, P_2O_5 – 310, K_2O – 255, кальция – 773, магния – 72 мг на 1 кг почвы; pH – 6. Злаковая смесь: овсяница луговая 12 кг/га, мятлик луговой 3, овсяница красная 6 кг/га; бобово-злаковая – те же злаки + клевер ползучий 4 кг/га. Удобрения: без орошения злаковый травостой – $P_{60}K_{120}$ и $N_{120-360}$, бобово-злаковый – $P_{60}K_{120}$, $P_{60}K_{180}$ – фон и N_{60-120} , с орошением: злаковый травостой – $P_{60}K_{180}$ и $N_{180-360}$, бобово-злаковый – $P_{60}K_{180}$, $P_{90}K_{220}$ – фон и N_{60-120} . Учетная делянка – 50 м², повторность 4-кратная. Выпас со 2-го года жизни трав. За сезон проводили 5 стравливаний с плотностью пастбы 400 овец на 1 га. Полив – агрегатом ДД-30. Нижний предел оптимального увлажнения – 60% НВ. Расчет поливной нормы проводили по формуле А.Н. Костякова. Сроки полива назначали в зависимости от влажности почвы в слое 0-30 см.

В Украине исследования по изучению эффективности орошения злаковых и бобово-злаковых травостоев на разных фонах минерального питания проведены в опытном хозяйстве «Копилово» на дерновой пылевато-супесчаной почве, которая в слое 0-20 см содержит гумуса 1,53 %, P_2O_5 – 125 и K_2O – 68 г на 1 кг почвы, pH – 5. В слое 0-60 см объемная масса равняется 1,5 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) – 18%, влажность стойкого увядания (ВУ) – 4,7%; в слое 0-30 см соответственно 1,47 г/см³, 18,9 и 4,3%. УГВ – 1,8-2,0 м. Повторность 4-кратная, площадь делянки 30 м².

Злаковая травосмесь: тимофеевка луговая 5 кг/га, овсяница луговая 8, кострец безостый 10 кг/га; бобово-злаковый: те же злаки + клевер луговой 5 и ползучий 3 кг/га. Полив осуществляли артезианскими чистыми водами из водонакопителя с помощью дождевальной установки КИ-50 «Радуга» с насадками дефлекторного типа от машины УДС-25.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные в Беларуси исследования показали, что оптимальной дозой азота

для злакового травостоя без орошения была N_{180} (в среднем за 3 года урожайность 8,12 т/га сухой массы), а при орошении – N_{240} (10,62 т/га сухой массы). На бобово-злаковом травостое максимальная урожайность была получена при внесении N_{60} (урожайность 8,12 т/га сухой массы), а при орошении – N_{90} (9,61 т/га сухой массы). Эффективность орошения злакового травостоя была выше, чем бобово-злакового. Прибавки сухой массы от орошения злакового травостоя составили 20,1-46,1 %, а бобово-злакового – до 14,1 %.

Включение в состав травосмеси клевера ползучего повышало урожайность травостоя на 27 % (урожайность злакового травостоя без удобрений 5,37, а бобово-злакового – 6,82 т/га). Разностным путем установлено, что величина биологической фиксации атмосферного азота составила 90-120 кг/га азота аммиачной селитры.

Учет поедаемости травостоя овцами показал, что величина этого показателя у злакового травостоя была выше (85,8 -93,2 %), чем у бобово-злакового (83,4-89,0 %).

В среднем за три года содержание клевера ползучего в травостое при орошении составило 22,1-48,0 %, а без орошения – 13,0-47,1 %, причем максимальным оно было во втором и третьем сравнении. Урожайность клевера ползучего в составе пастбищных травостоев в течение трех лет была при орошении выше, чем без него (см.рисунок).

В условиях орошения продуктивность бобово-злакового пастбища в среднем за три года составила 7,3 тыс. к.ед./га. При внесении в подкормку N_{90} на бобово-злаковом травостое и N_{180} на злаковом продуктивность пастбища увеличивалась до 9 тыс. к. ед./га.



Урожайность клевера ползучего (т/га сухой массы) в составе пастбищного травостоя без орошения (кривая внизу) и с орошением (верхняя кривая)

Установлено, что на низинных лугах украинского Полесья многолетние травы значительно лучше обеспечены водой и для получения высоких урожаев они в меньшей мере нуждаются в дополнительном увлажнении, чем на суходольных [13]. Здесь для поддержания влажности почвы на уровне 65% НВ в слое 0-60 см достаточно было потратить 1000 м³ воды с колебаниями по годам от 0 до 1800 м³ на 1 га. При поддержании влажности на уровне 80% НВ в том же слое почвы оросительная норма увеличилась до 1500 (900-2400) и при 80 % НВ в слое 0-30 см – до 1750 (1050-2400) м³ воды.

С повышением оросительной нормы соответственно увеличивалось количество поливов и уменьшались межполивные интервалы. В среднем за годы исследований при увеличении оросительной нормы от 1000 м³ (поливы при 65% НВ в слое 0-60 см) до 1750 м³ количество поливов увеличилось с 2 до 12. При этом межполивные интервалы сократились с 48 (26-70) до 13 (8-20) дней. При влажности почвы на уровне 80 % НВ увеличение расчетного слоя с 30 до 60 см за счет уменьшения водоотдачи поверхностью почвы привело к сокращению расходов поливной воды на 250 м³. Сокращение количества поливов при увеличении межполивных интервалов позволяет более эффективно использовать поливную технику.

В суммарном водопотреблении грунтовые влагозапасы, накопленные в осенне-зимний период составляли 3-7%, грунтовые воды – 14-15, атмосферные осадки – 56-61 и поливная вода – 17-27%. Наибольший удельный вес поливной воды был на варианте с орошением и назначением поливов при снижении влажности до 80% НВ в слое 0-30 см, наименьший – с дождеванием при 65% НВ в слое 0-60 см.

По показателям продуктивности и экономической эффективности наиболее целесообразным было орошение с назначением поливов при снижении влажности почвы до 80% НВ в слое 0-60 см. На фоне Р₉₀К₁₅₀ в среднем за три года урожайность составляла 10,14 т/га, а на фоне N₁₈₀P₉₀K₁₅₀ – 12,19 т/га сухой массы, или соответственно 7,40 и 8,79 т/га кормовых единиц, 1,07 и 1,33 т/га сырого протеина и 88,5 и 99,4 Гдж/га обменной энергии (см. таблицу). Приблизительно такая же продуктивность получена и при дождевании при 80% НВ в слое почвы 0-30-см. Но в последнем случае за сезон проводилось на 7 поливов и потрачено на 250 м³, или на 16,7 % воды больше, чем на предыдущем варианте. В результате этого дополнительная прибыль от орошения на варианте с поливом бобово-злакового травостоя при 80% НВ в слое 0-60 см была выше, чем от орошения и внесения азотных удобрений. Оплата урожаем 1 мм поливной воды составляла 16-19 кг сухой массы, или 12,5-14,4 к. ед., и была большей при внесении РК на 3 кг, а NPK – на 4 кг в сравнении с вариантом 80 % НВ в слое почвы 0-30 см. Высокая оплата урожаем 1 мм поливной воды была при режиме орошения 65 % НВ в слое почвы 0-60 см, но на этом варианте общая продуктивность была немного ниже, чем на других вариантах дождевания. По влиянию на ботанический состав, величину урожая и качество корма отдельные режимы орошения практически не отличались между собой.

174 **Продуктивность луговых травостоев в зависимости от режимов орошения, способов определения сроков поливов и уровня удобрения (ср. за 3 года)**

Предполевая влажность, расчетный слой почвы	Урожайность по годам пользования, т/га			Сухая масса, ц/га	К. ед., ц/га	Сырой протеин, ц/га	Обменная энергия, Гдж/га	Окупаемость затрат, лет	Содержание в сухой массе, %		Прирост сухой массы, кг на 1 кг азота
	1-й	2-й	3-й						сырых трав	сырого протеина	
Без орошения	5,28	41,7	40,7	45,1	36,1	4,5	38,3	1,9	-	10,0	-
65 % НВ, 0-60 см	7,79	48,6	49,6	58,7	47,0	5,9	49,8	1,9	-	10,1	-
80 % НВ, 0-60 см	8,14	55,1	50,2	64,2	52,0	6,5	55,1	2,0	-	10,2	10
65 % НВ, 0-30 см	8,29	54,7	61,1	66,2	53,0	6,7	56,2	1,8	-	10,1	10
Поливы по метеоданным	8,18	57,9	57,3	65,7	52,6	6,8	55,7	2,1	-	10,3	11
Злаковый травостой, P ₉₀ K ₁₅₀											
Без орошения	10,49	99,7	89,4	98,0	77,4	14,9	82,0	3,2	-	15,2	29
65 % НВ, 0-60 см	12,90	107,4	131,3	122,6	98,1	18,8	104,0	3,3	-	15,3	36
80 % НВ, 0-60 см	13,42	115,8	140,2	130,2	104,2	19,9	110,5	3,2	-	15,3	37
65 % НВ, 0-30 см	13,47	112,3	144,5	130,5	104,4	20,0	110,7	3,1	-	15,3	36
Поливы по метеоданным	13,57	118,1	136,9	130,2	104,2	19,9	110,5	3,2	-	15,3	36
Бобово-злаковый травостой, P ₉₀ K ₁₅₀											
Без орошения	93,7	82,8	69,5	82,0	70,5	13,0	74,7	3,3	31	15,9	-
65 % НВ, 0-60 см	118,1	80,8	85,8	94,1	82,8	15,8	87,8	3,3	37	16,8	8
80 % НВ, 0-60 см	130,2	90,1	102,1	107,5	94,6	18,2	100,3	3,7	39	16,9	13
65 % НВ, 0-30 см	129,5	90,0	94,9	104,8	91,2	17,5	111,1	3,1	39	16,7	11
Поливы по метеоданным	130,9	86,0	102,7	105,9	93,2	17,8	98,8	3,6	38	16,8	13
Бобово-злаковый травостой, N ₁₆₀ P ₉₀ K ₁₅₀											
Без орошения	108,9	96,3	90,3	98,5	78,8	15,1	83,5	3,0	8	15,3	9
65 % НВ, 0-60 см	126,5	104,3	138,9	123,2	98,5	19,1	104,4	3,2	9	15,5	16
80 % НВ, 0-60 см	135,2	119,8	148,9	134,7	107,8	20,7	114,3	3,3	9	15,5	16
65 % НВ, 0-30 см	133,0	113,2	146,9	131,0	104,8	20,2	111,1	3,0	10	15,4	15
Поливы по метеоданным	136,4	115,9	146,2	132,8	106,2	20,3	112,6	3,2	9	15,3	18
НСР ₀₅ , ц/га для удобрения	15,1	15,1	11,1	13,8							
Травосмеси	14,3	6,9	5,2	8,8							
	11,6	5,7	6,4	7,9							

Оценка разных режимов орошения, которая была проведена на разных фонах минеральных удобрений ($P_{90}K_{150}$ и $N_{180}P_{90}K_{150}$) и двух типах травостоев, показала, что оптимальным оказался режим, в котором поливы назначали при влажности почвы 80 % НВ в расчетном слое 0-60 см. При таком дождевании на всех агрофонах и травостоях получена наивысшая продуктивность с 1 га сухой массы, кормовых единиц, сырого протеина, обменной энергии при наибольшей окупаемости затрат стоимостью валовой продукции и наименьшей себестоимости 1 ц кормовых единиц. Такая же продуктивность получена и на варианте орошения при 80 % НВ в расчетном слое 0-30 см. Но в последнем случае за сезон в среднем за три года проведено на 8 поливов и использовано на 15 м³ воды больше, чем на предыдущем варианте. Наиболее экономным по затратам поливной воды было дождевание при 65 % НВ в слое 0-60 см, но при этом урожайность фитоценоза была более низкой.

Самой низкой была продуктивность злакового травостоя. Включение в его состав бобовых трав или внесение азотных удобрений на фоне РК повышало не только общую продуктивность ценоза, но и экономическую эффективность производства кормов, улучшало их качество за счет увеличения содержания сырого протеина, способствовало более эффективному использованию воды на формирование 1 т урожая сухой массы (см. таблицу). В свою очередь, орошение повышало эффективность использования потенциала бобовых трав на фосфорно-калийном фоне и азотных удобрений на злаковых травостоях.

Наиболее ответственным и сложным вопросом при орошении лугов является установление сроков поливов. Как известно, существуют несколько способов их определения: по фазам роста, морфологическим и физиологическим признакам, метеорологическим данным, влажности почвы [9, 10, 14, 15].

При установлении сроков поливов по метео данным (назначение поливов при испарении воды с водной поверхности, т. е. достижении водопотребления 30 м³ воды за вычетом суммы атмосферных осадков за тот же период) сравнительно с установлением срока дождевания по влажности почвы (при 80 % НВ в расчетном слое 0-60 см той же поливной нормой 30 м³) получены одинаковые результаты как по урожайности травостоев, так и затратам поливной воды.

Выводы

Орошение сенокосов и пастбищ на дерновых и дерново-подзолистых супесчаных почвах, которые характеризуются неустойчивым водным режимом, повышает их продуктивность на 15-42% и дает возможность гарантированно поддерживать ее на уровне 10,0-13 т/га сухой массы, 9,5-10,5 т/га кормовых единиц, 1,8-2,1 т/га сырого протеина, 100-115 Гдж/га обменной энергии.

Эффективность орошения растёт при внесении азотных удобрений на злаковом травостое или при включении в его состав бобовых трав. Прирост урожая сухой массы

на 1 м³ поливной воды в первом случае увеличивается с 10 до 17, во втором – до 13 кг. Включение бобовых трав в злаковый фитоценоз или его удобрение азотом уменьшает расход воды на формирование единицы сухой биомассы. Коэффициент водопотребления без орошения снижается на 82-117, а при орошении – на 63-97 %.

Орошение повышает эффективность применения на луговых травостоях минеральных удобрений, в частности фосфорно-калийных на бобово-злаковых травостоях и полного минерального удобрения на злаковых травостоях, а также эффективность использования бобовых трав как источника симбиотического азота. Благодаря орошению прирост сухой массы на 1 кг РК на бобово-злаковом травостое повышался с 9 до 16 кг, а на злаковом – на 1 кг NPK с 15 до 21 кг и на 1 кг азота минеральных удобрений – с 29 до 37 кг. Уровень накопления симбиотического азота бобовым компонентом при орошении увеличивался с 107 до 160 кг/га.

Наиболее целесообразным режимом орошения является дождевание с назначением поливов при снижении влажности почвы до 80% НВ в расчетном слое 0-60 см. Такую же продуктивность обеспечивает дождевание при 80% НВ в 0-30-сантиметровом слое почвы, но при этом увеличивается количество поливов с 5-6 до 12-14, а затраты поливной воды – на 11-17% при уменьшении межполивных интервалов с 21-31 до 8-12 дней, что приводит к повышению окупаемости затрат и снижению себестоимости 1 к. ед. на 17-20%.

Дождевание при установлении сроков поливов по метеоданным (с учетом средних показателей относительной влажности, температуры воздуха и атмосферных осадков за соответствующий период) сравнимо с дождеванием при установлении сроков поливов по влажности почвы и при одной и той же поливной норме (30 м³), урожайности травостоев и затратам поливной воды. Однако метод установления сроков поливов по метеоданным характеризуется меньшей трудоемкостью.

Литература

1. Орошаемые культурные пастбища/ Н.Г. Андреев и др. – М: Колос, 1978. – 365 с.
2. Смелов, С.П. Теоретические основы луговодства. / С.П. Смелов. – М: Колос, 1966. – 367 с.
3. Руденко, Е.В. Повышение продуктивности культурных пастбищ. – Минск: Ураджай, 1977. – 208 с.
4. Сау, А. Эффективность орошения трав в Эстонской ССР/А.Сау, Р.Вийральт, Э.Кирспуу // Луговодство: Тр. Эст. НИИЗиМ. – Таллин, 1979. – С. 87-96.
5. Безуглий, М.В. Продуктивність культурних пасовищ при дощуванні на осушуваних торфових ґрунтах / М.В.Безуглий, И.Т.Слюсар // Землеробство: Респ. міжвід. темат. наук. зб. – Київ, 1975. – 39. – С. 74-79.
6. Боговін, А.В. Зрошення лук / А.В.Боговін, В.Г.Кургак // Підвищення продуктивності сіножатей і пасовищ. – Київ, 1986. – С. 166-185.
7. Бондарева, Л.Ф. Вплив азотних добрив на продуктивність та якість кормів на зрошуваних культурних пасовищах / Л.Ф.Бондарева // Вісник сільськогосподарської науки. – 1982. – №12. – С. 25-29.

8. Вайс, М.Б. Продуктивність і якість пасовищного корму при зрошенні та внесенні мінеральних добрив у Закарпатській низовині / М.Б.Вайс, М.Й.Бергер // Корми і кормовиробництво: Респ. міжвід. темат. наук. зб. – Київ, 1977. – С. 53-56.
9. Кургак, В.Г. Зрошення сіножатей і пасовищ / В.Г.Кургак // Довідник по сіножатях і пасовищах. Київ, 1990. – С. 124-147.
- 10.Коротков, Б.И. Новое в теории и практике орошаемого луговодства / Б.И.Коротков, В.Г. Дикарев, Н.А.Яценко // Кормопроизводство: Тр. ВИК. – М., 1977. – 17. – С. 79-85.
- 11.Лобов, Н.Ф. Особенности орошения пастбищ и сенокосов на юге РСФСР / Н.Ф.Лобов // Гидротехника и мелиорация. – 1977. – №6. – С. 77-80.
- 12.Ліньков, В.Ф. Режим зрошення культурних пасовищ/ В.Ф.Ліньков // Вісник сільськогосподарської науки. – 1982. №3. – С. 84-86.
- 13.Боговін, А.В. Продуктивність культурних пасовищ в залежності від режиму зрошення стічними водами і рівня удобрення / А.В.Боговін, І.О. Паламарчук, В.Ф.Максименко // Вісник сільськогосподарської науки. – 1982. – №2. – С. 26-30.
- 14.Тахтаров, М.Х. Справочник по орошению сельскохозяйственных культур / М.Х.Тахтаров; Под ред. В.Д. Давыдова, Б.В. Палферова. – Донецк: Донбасс, 1975. – 126 с.
- 15.Куркин, К.А. Определение сроков полива пастбищ по текущим метеоданным / К.А.Куркин, К.И. Родин, А.С.Медведева // Гидротехника и мелиорация. – 1979. – №11. – С.50-53.
16. Лихацевич, А.П. Норма полива при дождевании многолетних трав Белорусского Полесья / А.П.Лихацевич, А.И.Михальцевич// Новые конструкции мелиоративных систем и сооружений на них. – Минск, 1983. – С. 215-222.
17. Внесение азотных удобрений с поливной водой на злаковых травостоях/ А.П.Лихацевич, Е.В.Руденко, А.И.Михальцевич, Н.Ф.Башлаков// НТИ Мелиорация и водное хозяйство. – 1985. – №3. – С. 19-23.

Summary

Birukovich A., Kurgak V., Slusar I. Efficiency of hayfield and pastures reclamation in Belarus and Ukraine

Results of reclamation influence study on hayfields and pastures in Belarus and Ukraine. Influence of reclamation on botanical compound, crop capacity of grass and leguminous grass plant formation dry mass, efficiency of fertilizers application, and eatability of pasturable feed. Most effective was reclamation including irrigation while decrease of pre-reclamation humidity of light soils to 80%HB, design layer: 0-60 cm. Spray irrigation with pre-set irrigation periods according to weather data (considering average indexes of relative humidity, air temperature and rainfall during corresponding period) is comparable to spray irrigation pre-set irrigation periods according to soil moisture and the same irrigation rate provides similar results for crop capacity of grass plant formations, and irrigation water spending. However, establishment of pre-set irrigation periods according to weather data is characterised by smaller labour input.

Поступила 24 июня 2010 г.