

Водопотребление галеги восточной (*galega orientalis lam.*) при орошении на дерново-подзолистой почве в северо-восточной части Республики Беларусь.

В.А. Волынцева, В.И. Бушуева

Введение. Галега восточная очень эффективная кормовая культура среди многолетних бобовых трав, возделываемых в Беларуси. По кормовой питательности она не уступает широко возделываемым в республике клеверу луговому и люцерне посевной, однако площади ее посева по сравнению с ними весьма скромные.

Причиной столь медленного распространения галеги восточной в производстве является, в первую очередь, несоблюдение технологии возделывания. Есть отдельные элементы технологии, которые перед закладкой производственных посевов следует выполнять неукоснительно. Так как культура многолетняя и может произрастать на одном месте от 20 до 30 лет и более необходимо подбирать для этого соответствующее поле, которое на такой продолжительный период будет выведено из севооборота. Учитывая ее главное предназначение – получение высокобелковых растительных кормов различных видов (зеленая подкормка, сено, сенаж, силос, травяная мука) и с учетом высокой потенциальной урожайности зеленой массы (более 75т/га), чтобы снизить затраты на транспортировку ее следует высевать вблизи от места заготовки кормов и их хранения. Поле должно быть выровненным, максимально очищенным от сорняков с рН в КС1 – 5,8 – 6,8 и с уровнем залегания грунтовых вод не менее 1,0 – 1,5 м. Галега восточная требовательна к почвам и лучшими для нее в Беларуси являются дерново-подзолистые и дерново-карбонатные, развивающиеся на любых породах. Хорошо произрастает она на осушенных мелиорированных торфяниках и пойменных землях. Не следует возделывать культуру на тяжелосуглинистых, переувлажненных, песчаных, подстилаемых песками и заболоченных почвах [1, 2, 3, 4].

Перед посевом в обязательном порядке следует провести скарификацию и инокуляцию семян. Для инокуляции эффективными являются биопрепараты Вогал или Ризофос, производимые в ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси».

Многолетними наблюдениями за формированием травостоев галеги восточной было установлено, что, как и любая другая бобовая культура она весьма требовательна к влаге, особенно в первый год жизни при прорастании семян и в начале роста и развития всходов. В последующие годы жизни травостоя отзывчивость на обеспеченность влагой в наибольшей степени проявляется у галеги восточной при формировании второго и третьего укосов. В связи с этим актуальным является вопрос эффективности ее

орошения. Немаловажное значение при этом имеет и водопотребление культуры на разных почвах, которое в Беларуси до сих пор не изучено.

Целью данных исследований было изучение водопотребления галеги восточной при орошении на дерново-подзолистой почве в северо-восточной части Республики Беларусь, при соблюдении технологии выращивания и режима питания этого растения.

Материалы и методы исследований. Опыты по изучению возделывания галеги восточной в условиях орошения проводились в 2015-2019 гг. в УНЦ «Опытные поля БГСХА» «Гушково-1», расположенном в северо-восточной части Республики Беларусь.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком. Глубина пахотного слоя почвы 17–22 см. Почва характеризовалась следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: гумус – 1,54%, P_2O_5 – 283,9 мг/кг, K_2O – 239,0 мг/кг, pH_{KCl} – 6,43, средняя за весь период наблюдений плотность сложения – 1,38 г/см³, средняя наименьшая влагоемкость (НВ) – 22,67 % от массы сухой почвы.

Объектом исследований служил сорт галеги восточной Нестерка.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Без орошения (контроль);
2. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы до уровня 80% НВ, в слое 0-40 см (в дальнейшем “80% НВ”);
3. Орошение галеги восточной при снижении предполивной влажности почвы до уровня 70% НВ, в слое 0-40 см (в дальнейшем “70% НВ”).

Поддержание почвенной влажности на требуемом уровне для каждого из вариантов увлажнения выполнялось барабанно-шланговой дождевальная установка итальянского производства Irriland Raptor. Нормы полива рассчитывались на основании водно-физических показателей почвы и составили 25 мм для варианта 80 % НВ и 30 мм для варианта 70% НВ.

Площадь учётной делянки 115,5 м². Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом, плотность почвы – методом режущего кольца, наименьшая влагоемкость – методом заливных площадок [5]. Исследования биометрических показателей травостоя осуществлялись по общепринятым методикам [6].

Технология возделывания галеги восточной общепринятая для данной культуры. Посев проводился беспокровно с нормой высева семян 12 кг/га при 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15,0 см. Семена перед посевом инокулировали микробным препаратом Ризофос марки галега из расчета 200

мл на гектарную норму семян [1]. Подкормка посевов минеральными удобрениями в дозе $P_{60}K_{90}$ с последующим боронованием травостоя проводилась в ранневесенний период.

Результаты исследования и их обсуждения. Водопотребление сельскохозяйственных культур зависит от многих показателей, таких как метеорологические условия вегетационного периода, тип почвы, на которых осуществляется возделывание сельскохозяйственной культуры, а также биологические особенности выращиваемой культуры.

Водопотребление галеги восточной определяли по методу водного баланса. Согласно А.Н. Костякова уравнение водного баланса расчетного слоя почвы для конечного промежутка времени на опытном участке запишется в виде []:

$$ET = \sum(P_t - P_{ст}) + \Delta W_t + \sum_{t-1}^n m \pm q \quad (1)$$

где, ET – суммарное водопотребление, мм;

P_t – атмосферные осадки, мм;

$P_{ст}$ – сток атмосферных осадков ливневого характера за пределы опытного участка мм;

$\Delta W = (W_n - W_k)$ – изменение влагозапасов в расчетном слое почвы, мм;

$\sum_{t-1}^n m$ – сумма поливных норм, мм;

$\pm q$ – влагообмен на нижней границе расчетного слоя, мм.

В ходе полевых наблюдений определялись почвенные влагозапасы на начало и конец рассматриваемого периода, в расчетных слоях 0,3, 0,4 и 0,5 м. Величина поверхностного стока устанавливалась непосредственно в полевых условиях на заранее оборудованных стоковых площадках. Учет метеорологических показателей осуществлялся на основании данных, полученных с метеорологического поста, установленного на территории учебно-опытного поля Тушково-1. Коэффициент влагообмена принят на основании работ [7, 12] и составлял 0,9 на протяжении всего вегетационного периода.

На основании всех вышеуказанных показателей нами был произведен расчет суммарного водопотребления не только для каждого из вариантов, но и для различных вегетационных периодов (рисунок 1 и 2).

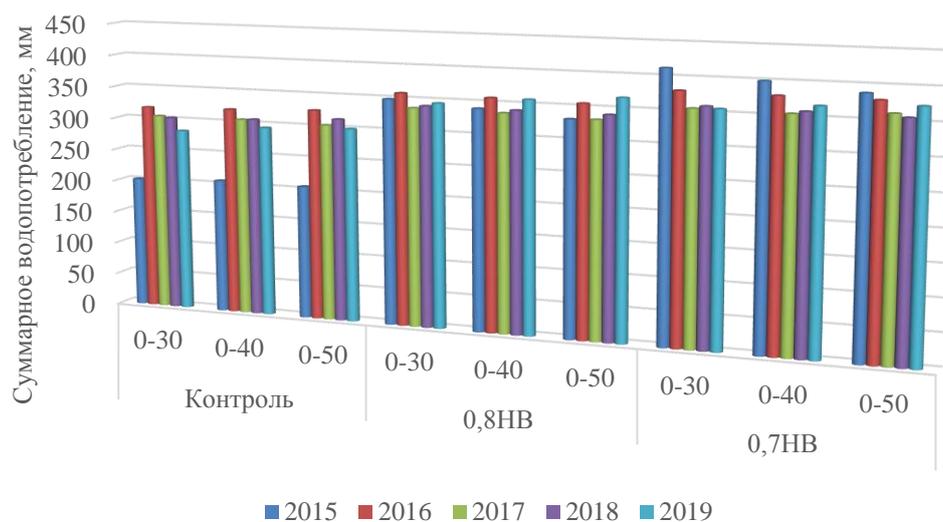


Рисунок 1 - Суммарное водопотребление галеги восточной по расчетным слоям почвы за 2015-2019 гг., мм.

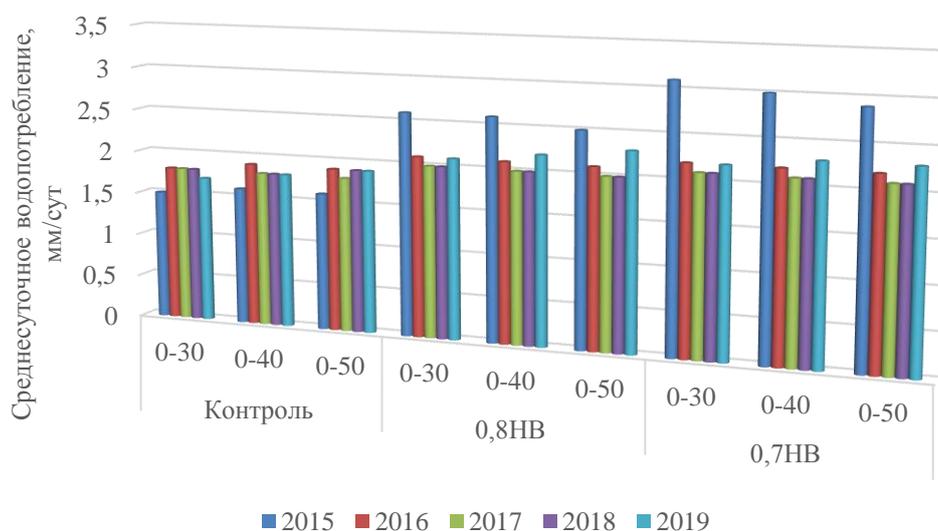


Рисунок 2 - Среднесуточное водопотребление галеги восточной по расчетным слоям почвы за 2015-2019 гг., мм/сут.

В среднем за 2015-2019 годы водопотребление на орошаемых вариантах в расчетном слое колебалось от 348,3 до 365,5 мм за вегетационный период. В различные по тепло-влажнообеспеченности годы водопотребление галеги восточной имеет заметные отклонения. Следует отметить, что водопотребление галеги восточной в первый год жизни заметно отличалось от остальных лет хозяйственного использования. Это объясняется тем, что в год посева галега развивается гораздо медленнее, продолжительность фаз развития не совпадает по продолжительности и по времени с последующими годами. Однако можно заметить, что именно в год посева водопотребление в расчетном

слое было максимальным на орошаемых вариантах и составило 341...400 мм в варианте 80% НВ и 70% НВ соответственно. В варианте без орошения в расчетном слое этот показатель составлял 207 мм и был максимальным.

В среднем посевы галеги восточной в орошаемых вариантах снижали почвенные запасы на 2,6 мм/сут. и 3,0 мм/сут., а в контрольном варианте 1,6 мм/сут.

В годы хозяйственного использования, водопотребление галеги восточной в среднем за сезон составляло 307,3-365,5 мм в зависимости от варианта увлажнения. Как и в год посева наименьшим водопотреблением отличался контрольный вариант, там с 2016 по 2019 гг., водопотребление колебалось от 295 мм до 321 мм. В варианте с орошением за аналогичный период времени максимальное водопотребление прослеживалось на варианте 70% НВ и составило от 355 мм до 380 мм.

Оценивая изменение величины водопотребления по слоям в разрезе вегетационных периодов можно заметить, что максимальная потребность в почвенной влаге наблюдается в слое 0-50 см, где в среднем за 2016-2019 годы водопотребление достигало 311-368,3 мм в зависимости от варианта увлажнения. Следует учитывать, что основная масса корневой системы галеги восточной располагается в слое 35-40 см и орошение полуметрового слоя почвы окажется малоэффективным, большая часть влаги, поступающей при орошении, будет свободно фильтроваться в нижележащие слои.

Наиболее активный рост и развитие галеги в ходе проведения исследований наблюдался в варианте 70% НВ, при этом среднесуточная потребность травостоев в почвенной влаге достигала 2,1-2,3 мм/сут, при среднем за весь период наблюдений значений в 2,2 мм/сут. Неравномерность выпадения атмосферных осадков оказывало существенное влияние на посеы контрольного варианта, где за одни сутки почвенные запасы истощались в среднем на 1,8 мм/сут. Оценивая изменчивость величины водопотребления за 4 года наблюдений было замечено, что она не превышает 10 % как в условиях орошения, так и без него, что указывает на достоверность и точность полученных результатов.

Существует большое множество методов определения водопотребления, но не все они подходят для расчета в тех или иных условиях произрастания сельскохозяйственных культур. Подробное описание и анализ методов расчета водопотребления в своих работах рассматривали Голченко М.Г. [7], Лихацевич А.П. [8], Мажайский Ю.А. [9], и др. Следует отметить, что расчет водопотребления для сельскохозяйственных культур, выращиваемых в условиях орошения, требует более глубокого изучения. В наших ис-

следованиях расчет водопотребления проведен по методике Алпатьева А.М. и Михальцевича А.И.

Наиболее обоснованным по ранее проведенным исследованиям, для почвенно-климатических условий Республики Беларусь является применение биотермического метода расчета водопотребления, а также биоклиматического разработанного А. М. Алпатьевым [10] и в последствии уточненным С. М. Алпатьевым [11].

При расчете водопотребления с помощью биоклиматического метода, искомую величину можно установить с помощью зависимости (2):

$$E = k \times \Sigma d, \quad (2)$$

Где, k – биоклиматический коэффициент возделываемой сельскохозяйственной культуры, мм/мб;

Σd – сумма дефицитов влажности воздуха, за анализируемый промежуток времени, мб.

У данного метода есть как достоинства, так и недостатки. Достоинство его в том, что влияние температуры, скорости ветра и влажности воздуха можно учесть с помощью одного комплексного показателя – дефицита влажности воздуха (d). Что касается биоклиматического коэффициента (K_6), то он позволяет учесть различия в водопотреблении по фазам развития растения. Недостаток данного метода в изменчивости биоклиматических коэффициентов не только по годам, но и в пределах одной зоны наблюдений, что и потребовало их уточнения для условий Республики Беларусь.

Для определения водопотребления по Михальцевичу А.И. мы использовали его формулу (3):

$$E = 1,74 \times n \times k_6 \times d^{0,4} \quad (3)$$

где, n – количество суток в рассматриваемой декаде, сут.;

k_6 – биоклиматический коэффициент водопотребления, мм/сут;

d – среднесуточный дефицит влажности воздуха за расчетный период, мб.

С использованием вышеупомянутых методик были посчитаны биоклиматические коэффициенты водопотребления галеги восточной не только для различных вегетационных периодов, но и для каждого варианта увлажнения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты определения биоклиматических коэффициентов водопотребления галеги восточной методом А. С. Алпатьева за 2015-2019 гг.

Вариант	Расчетный период																Среднее за сезон, мм/мб		
	IV		V			VI			VII			VIII			IX			X	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	
Травостой первого года жизни – 2015 год																			
Контроль	-	-	0,19	0,15	0,09	0,17	0,30	0,25	0,25	0,42	0,27	0,20	0,12	0,78	0,21	-	-	0,26	
70%НВ	-	-	0,29	0,32	0,18	0,30	0,24	0,38	0,53	0,67	0,27	0,48	0,44	1,41	0,18	-	-	0,44	
80%НВ	-	-	0,39	0,41	0,23	0,35	0,50	0,26	0,87	0,94	0,36	0,40	0,33	0,78	0,78	-	-	0,51	
Среднее за 2016-2019 гг.																			
Контроль	0,54	0,43	0,38	0,26	0,24	0,34	0,33	0,41	0,29	0,38	0,32	0,23	0,24	0,27	0,21	0,31	0,44	0,33	
70%НВ	0,51	0,38	0,59	0,32	0,25	0,32	0,33	0,49	0,40	0,43	0,34	0,29	0,29	0,32	0,28	0,30	0,37	0,37	
80%НВ	0,50	0,40	0,60	0,40	0,36	0,31	0,37	0,51	0,39	0,38	0,37	0,34	0,29	0,28	0,23	0,37	0,33	0,38	

Таблица 2 – Результаты определения биоклиматических коэффициентов водопотребления галеги восточной методом А. И. Михальцевича за 2015-2019 гг.

Вариант	Расчетный период																Среднее за сезон, мм/мб		
	IV		V			VI			VII			VIII			IX			X	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	
Травостой первого года жизни – 2015 год																			
Контроль	-	-	0,28	0,23	0,19	0,32	0,57	0,50	0,37	0,68	0,68	0,38	0,23	0,88	0,29	-	-	0,43	
70%НВ	-	-	0,45	0,49	0,40	0,56	0,46	0,77	0,77	1,08	0,70	0,92	0,85	1,58	0,25	-	-	0,71	
80%НВ	-	-	0,60	0,63	0,50	0,64	0,95	0,52	1,27	1,52	0,93	0,77	0,63	0,88	1,07	-	-	0,84	
Среднее за 2016-2019 гг.																			
Контроль	0,52	0,59	0,45	0,42	0,45	0,62	0,64	0,67	0,50	0,70	0,60	0,42	0,44	0,48	0,35	0,38	0,51	0,51	
70%НВ	0,48	0,54	0,72	0,52	0,44	0,61	0,65	0,80	0,67	0,81	0,61	0,52	0,54	0,58	0,45	0,39	0,45	0,58	
80%НВ	0,49	0,56	0,70	0,66	0,68	0,62	0,72	0,82	0,67	0,70	0,68	0,59	0,54	0,51	0,39	0,47	0,39	0,60	

Анализируя изменчивость биоклиматических коэффициентов как в течении вегетационного периода, так и по отдельным межукосным интервалам можно заметить, что они варьируются в широком диапазоне. В первую очередь следует отметить, что в

период формирования первых двух укосов зеленой массы биоклиматические коэффициенты возрастают к середине межукосного интервала и затем постепенно снижаются к моменту наступления фазы укосной спелости. Слабая обеспеченность тепловыми ресурсами, наблюдаемая в период формирования третьего укоса, которая снижает величину водопотребления и биоклиматические коэффициенты имеют максимальные значения только в начале межукосного интервала.

Изменчивость биоклиматических коэффициентов можно проследить и при анализе любой декады в разрезе различных вегетационных периодов. Например, в третьей декаде мая 2016 года величина биоклиматического коэффициента на варианте 70% НВ рассчитанного по методике А. И. Михальцевича составляла 0,70 мм/мб. Но уже в 2017 году в аналогичный момент времени коэффициент оказался равен 0,40 мм/мб, что в полной мере указывает на зависимость биоклиматических коэффициентов от метеорологических условий года.

В среднем за весь период наблюдений, величина биоклиматического коэффициента для галеги восточной достигала 0,33-0,38 мм/мб и 0,51-0,60 мм/мб при расчете методами А.С. Алпатьева и А. И. Михальцевича соответственно. При этом, посеы галеги восточной возделываемые в естественных условиях отличались наименьшей величиной рассматриваемых коэффициентов, а максимальными значениями выделялся вариант 70% НВ.

Заключение

1. В результате анализа экспериментальных данных по наблюдению за динамикой изменения почвенных влагозапасов на различных вариантах опыта установлено, что неравномерность выпадения атмосферных осадков как по годам, так и внутри отдельных вегетационных периодов не исключает необходимость использования дополнительного увлажнения не только в засушливые годы, но и в хорошо обеспеченные осадками вегетационные периоды.

2. Водопотребление галеги восточной в зависимости от уровня тепловлагообеспеченности в расчетном слое почвы достигает 207-307 мм при возделывании ее в естественных условиях, а при поддержании почвенных влагозапасов орошением – от 336 до 400 мм.

3. Оценивая изменчивость водопотребления галеги восточной в почвенно-климатических условиях северо-восточной части Республики Беларусь установлено, что оно варьируется в пределах 386-392 мм при возделывании галеги восточной в острозасушливый год (P=5%) и снижается до 344-355 мм в обильный по увлажнению

($P=90\%$). В средний по уровню влагообеспеченности год ($P=50\%$) суммарное водопотребление галеги восточной составляет 368-374 мм.

4. Результатам данной работы являются впервые откорректированные биоклиматические коэффициенты для расчета водопотребления галеги восточной в Республики Беларусь, которые в дальнейшем могут использоваться в расчете водного режима и потребности в поливе этой культуры как в проектном, так и в эксплуатационном режиме орошения.