

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Д. А. ДРОЗД, Ю. В. АЛЕХИНА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 02.08.2021)

Контроль водно-воздушного режима почвы является одним из важнейших элементов агротехники возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Осуществлять контроль за водно-воздушным режимом почвы можно как с помощью полевых измерений, так и путем расчета водного баланса почвы. Расчетный способ получил более широкое распространение на территории Республики Беларусь и всего СНГ в силу меньшей энерго- и трудозатратности и возможности получения репрезентативных и точных данных в любой момент времени. Водный баланс почвы вычисляется на основании динамики изменения почвенных влагозапасов, объемов выпадения атмосферных осадков и водопотребления сельскохозяйственной культуры, точность определения которого влияет на достоверность выполненных расчетов.

Нами было установлено, что водопотребление различных по скороспелости сортов клевера лугового первого года жизни в почвенно-климатических условиях северо-восточной части Республики Беларусь варьирует от 308–321 мм во влажный год (90 %), до 360–375 мм в нормальный (50 %) и 382–401 мм в острозасушливый (5 %) годы. В годы хозяйственного использования величина суммарного водопотребления возрастает до 316–398 мм в годы с избытком атмосферной влаги (90 %), 370–465 мм в годы, нормально обеспеченные атмосферной влагой (50 %) и 392–496 мм в периоды с острым недостатком влаги (5 %). Данные показатели отражают биологическую потребность различных по скороспелости сортов клевера лугового в почвенной влаге и будут изменяться в зависимости от условий почвенной влагообеспеченности.

Важнейшим показателем являются удельные затраты влаги на формирование 1 т сухого вещества, которые в зависимости от скороспелости возделываемого сорта клевера лугового составляют 226–335 м³ на посевах, произрастающих без дополнительного увлажнения и 178–269 м³ в условиях корректировки почвенных влагозапасов дополнительным увлажнением.

Ключевые слова: водопотребление, оросительная норма, минимальный межполивной интервал, влагообеспеченность, клевер луговой.

Control of the water-air regime of the soil is one of the most important elements of agricultural technology for the cultivation of any agricultural crop. It is possible to control the water-air regime of the soil both by means of field measurements and by calculating the water balance of the soil. The calculation method has become more widespread on the territory of the Republic of Belarus and the entire CIS due to the lower energy and labor costs and the possibility of obtaining representative and accurate data at any time. The water balance of the soil is calculated on the basis of the dynamics of changes in soil moisture reserves, the volume of precipitation and water consumption of the agricultural crop, the accuracy of determination of which affects the reliability of calculations.

We found that water consumption of different early ripening varieties of meadow clover in the first year of life in the soil and climatic conditions of the northeastern part of the Republic of Belarus varies from 308–321 mm in a wet year (90 %), to 360–375 mm in a normal year (50 %) and 382–401 mm in severely dry (5 %) years. During the years of economic use, the value of total water consumption increases to 316–398 mm in years with an excess of atmospheric moisture (90 %), 370–465 mm in years normally provided with atmospheric moisture (50 %), and 392–496 mm in periods with an acute lack of moisture (5 %). These indicators reflect the biological need for soil moisture of different early ripening varieties of meadow clover and will change depending on the conditions of soil moisture supply.

The most important indicator is the specific moisture consumption for the formation of 1 ton of dry matter, which, depending on the early maturity of the cultivated variety of meadow clover, is 226–335 м³ on crops growing without additional moisture and 178–269 м³ in conditions of adjustment of soil moisture reserves with additional moisture.

Key words: water consumption, irrigation rate, minimum inter-irrigation interval, moisture supply, meadow clover.

Введение

В соответствии с законом оптимума получение достаточно высокого урожая сельскохозяйственной культуры возможно только при идеальном сочетании внешних факторов. К ним можно отнести обеспеченность почвы питательными веществами, а также вегетационного периода теплом, светом и влагой, соблюдение агротехники и др. Многие вышеуказанные факторы можно регулировать непосредственно в полевых условиях, однако существенной проблемой является обеспеченность года атмосферными осадками [1].

Недостаток или избыток почвенной влаги влечет за собой нарушение водно-воздушного режим почвы, что в последствии приводит к снижению урожайности возделываемой сельскохозяйственной культуры. Контроль за водно-воздушным режимом почвы осуществляется как непосредственными измерениями почвенных влагозапасов в полевых условиях, так и расчетным способом с помощью метода водного баланса. Суть данного метода заключается в определении величины почвенных влагозапасов на конец анализируемого промежутка времени с учетом объема выпавших атмосферных осадков, потерь воды на поверхностный и внутрипочвенный сток, водопотребления и подпитки расчетного слоя почвы в случае высокого залегания грунтовых вод [2].

В ходе детального анализа литературных источников нами было установлено, что изучением водопотребления клевера лугового отечественные исследователи занимались более 20 лет назад [3, 4, 5]. Следует отметить, что все они изучали данную проблему при возделывании клевера лугового в составе различных травосмесей, что указывает на отсутствие какой-либо информации о величине водопотребления одновидовых посевов клевера лугового. Кроме того, за столь длительный срок белорусские селекционеры получили и внедрили в производство широкий спектр разноспелых сортов клевера лугового, что делает данные исследования актуальными [6].

Основная часть

Исследования по изучению величины водопотребления различных по скороспелости сортов клевера лугового выполнялись на дерново-палево-подзолистых обычных легкосуглинистых почвах, развивающихся на лессовидном суглинке, подстилаемых моренными суглинками с глубины более 1 метра учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково-1», расположенного в северо-восточной части Республики Беларусь в 10 км от г. Горки. Водно-физические показатели почвы опытного участка: плотность сложения в расчетном слое 0–30 см – 1,37–1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость в аналогичном слое – 22,63–23,82 % от массы сухой почвы. Агрохимические показатели почвы опытного участка – гумус – 1,48–1,66 %, рН – 5,70–5,80, содержание P₂O₅ – 203–320 мг/кг, а K₂O – 251–423 мг/кг.

Полевые опыты были заложены 3 раза (в 2016, 2017, 2019 гг.), по следующей схеме:

Фактор А – Границы регулирования почвенных влагозапасов

1. Контроль (без дополнительного увлажнения).
2. Полив при сработке почвенной влажности до 80 % от величины наименьшей влагоемкости (0,8НВ).
3. Полив при сработке почвенной влажности до 70 % от величины наименьшей влагоемкости (0,7НВ).

Фактор В – Скороспелость возделываемых сортов клевера лугового

1. Раннеспелый сорт клевера лугового Белорусской селекции Цудоўны.
2. Среднеранний сорт клевера лугового Белорусской селекции Янтарный.
3. Среднеспелый сорт клевера лугового Белорусской селекции Витебчанин.
4. Позднеспелый сорт клевера лугового Белорусской селекции Мерея.

Посев клевера лугового выполнен нормой 8 кг/га из расчета 100-й посевной годности сплошным рядовым способом на глубину 1,5 см. В 2017 и 2019 гг. посев клевера лугового осуществлен под покровом ярового ячменя. Норма высева для покровной культуры принята равной 180 кг/га, а глубина заделки семян на 1,5 см больше, чем у клевера. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов. Минеральные удобрения дозой P₆₀K₉₀ вносились перед закладками полевого опыта, а также в начале вегетационного периода на посевах клевера лугового второго года жизни. В дополнении к основному фону минерального питания, под покровную культуру вносился минеральный азот дозой N₉₀ [7].

Учет метеорологических показателей вегетационного периода осуществлялся на специально оборудованном метеорологическом посту, расположенном в 50–150 м от центров опытных участков опытов 1–3 закладок. На посту осуществлялся учет объема выпавших атмосферных осадков на поверхности земли и 2-метровой высоте, минимальной, максимальной и среднесуточной температур воздуха, относительной влажности воздуха и скорости ветра на высоте 10 м. Регулирование почвенных влагозапасов в вышеуказанных пределах осуществлялось с помощью двух барабанно-шланговых дождевальных установок Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor, а также дождевальной установки Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы установлены на основании водно-физических показателей почвы и составили 20 мм на фоне 0,8НВ и 30 мм на фоне 0,7 НВ [2].

Наблюдения за метеорологическими показателями вегетационного периода, а в частности за степенью тепловлагообеспеченности года позволили установить, что 2016 г., 2018 г. и 2019 г. являются нормальными по увлажнению (ГТК = 1,34–1,53), а 2017 г. и 2020 г. – влажными (ГТК = 1,78–1,79). Несмотря на это, крайне высокая неравномерность распределения атмосферных осадков внутри вегетационного периода, потребовала корректировки почвенной влажности орошением. В 2016 году на фонах 0,8НВ и 0,7НВ было выполнено 4 и 3 полива оросительными нормами 80 мм и 90 мм с минимальным межполивным интервалом 14 и 21 сутки соответственно. Совместные посевы клевера лугового и ярового ячменя в 2017 году активнее потребляли почвенные влагозапасы и для поддержания их в установленных пределах было выполнено по 4 полива на каждом фоне увлажнения (оросительная норма и минимальный межполивной интервал составили 70 мм и 15 суток на фоне 0,8НВ и 110 мм и 16 суток на фоне 0,7НВ). На опытах третьей закладки в 2019 году было выполнено по 1 поливу стандартными поливными нормами на каждом из фонов увлажнения.

Посевы клевера лугового второго года жизни характеризовались большей потребностью в почвенной влаге и в 2017 году на фоне 0,8НВ проведено 5 поливов (100 мм и 16 суток), а на фоне 0,7НВ 4 полива (110 мм и 13 суток). В 2018 году оросительная норма варьировала от 80 мм на фоне 0,8НВ (4 полива с минимальным интервалом между двумя поливами в 10 суток) до 120 мм на втором фоне с дополнительным увлажнением (количество поливов и минимальный межполивной интервал аналогичны фону 0,8НВ). 2020 год мало чем отличался от 2019 года и на каждом фоне с дополнительным увлажнением выполнено по 1 поливу.

Водопотребление клевера лугового устанавливалось на основании уравнения водного баланса, которое в общем виде имеет следующий вид [2]:

$$E = \Delta W + P + n \cdot m - C \mp q, \quad (1)$$

где E – водопотребление различных по скороспелости сортов клевера лугового, мм; ΔW – разница между начальными и конечными влагозапасами почвы в расчетном слое за рассматриваемый период, мм; P – осадки за расчетный период, мм; n – общее количество поливов, выполненных за рассматриваемый промежуток времени; m – поливная норма, мм; C – потери воды на внутрипочвенный и поверхностный сток, мм; q – влагообмен расчетного слоя почвы с нижележащими слоями, мм.

Почвенно-гидрологические условия опытного участка позволили пренебречь величиной влагообмена в силу глубокого залегания уровня грунтовых вод (свыше 5 м). Различия в водно-воздушных режимах почвы, возникшие между контрольным фоном опыта и фонами с дополнительным увлажнением, потребовали изучения водопотребления для каждого сорта клевера лугового (табл. 1).

Таблица 1. Среднесуточное и суммарное водопотребление, коэффициенты водопотребления для различных по скороспелости сортов клевера лугового в 2016–2020 гг.

Год	Возраст посевов и фон увлажнения														
	Клевер 1-го года жизни			Клевер 2-го года жизни			Клевер 3-го года жизни			Клевер 4-го года жизни			Клевер 5-го года жизни		
	Контроль	0,8НВ	0,7НВ	Контроль	0,8НВ	0,7НВ	Контроль	0,8НВ	0,7НВ	Контроль	0,8НВ	0,7НВ	Контроль	0,8НВ	0,7НВ
	Водопотребление (E), мм														
2016	265,4	288,9	294,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2017	306,6	319,3	337,3	325,3	340,0	357,2	322,1	343,6	379,4	378,7	397,1	433,5	388,5	414,8	436,9
2018	–	–	–	312,3	350,6	382,5	333,8	354,2	396,4	393,8	412,5	454,2	375,5	392,6	451,2
2019	325,4	335,4	360,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2020	–	–	–	368,9	372,5	394,8	366,8	381,4	383,9	385,1	401,5	409,6	383,2	400,7	420,6
Среднее	3	27,4	348,8	335,5	354,4	378,2	340,9	359,7	386,6						

продолжительность вегетационного периода (17 декад), что и вызвало увеличение суммарного водопотребления (378,7–454,2 мм у сорта Витебчанин и 375,5–451,2 мм у сорта Мерея).

Следует отметить и тот факт, что независимо от возраста посевов и их скороспелости максимальное водопотребление (от 294,3–360,2 мм в год посева до 357,2–454,2 мм в годы активной заготовки кормов) наблюдается при поддержании почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от величины наименьшей влагоемкости, что указывает на биологическую оптимальность данного фона увлажнения.

Немаловажным показателем является внутрисезонное распределение величины суммарного водопотребления, которое позволяет установить потребность в почвенной влаге в отдельные периоды вегетации (рис. 1).

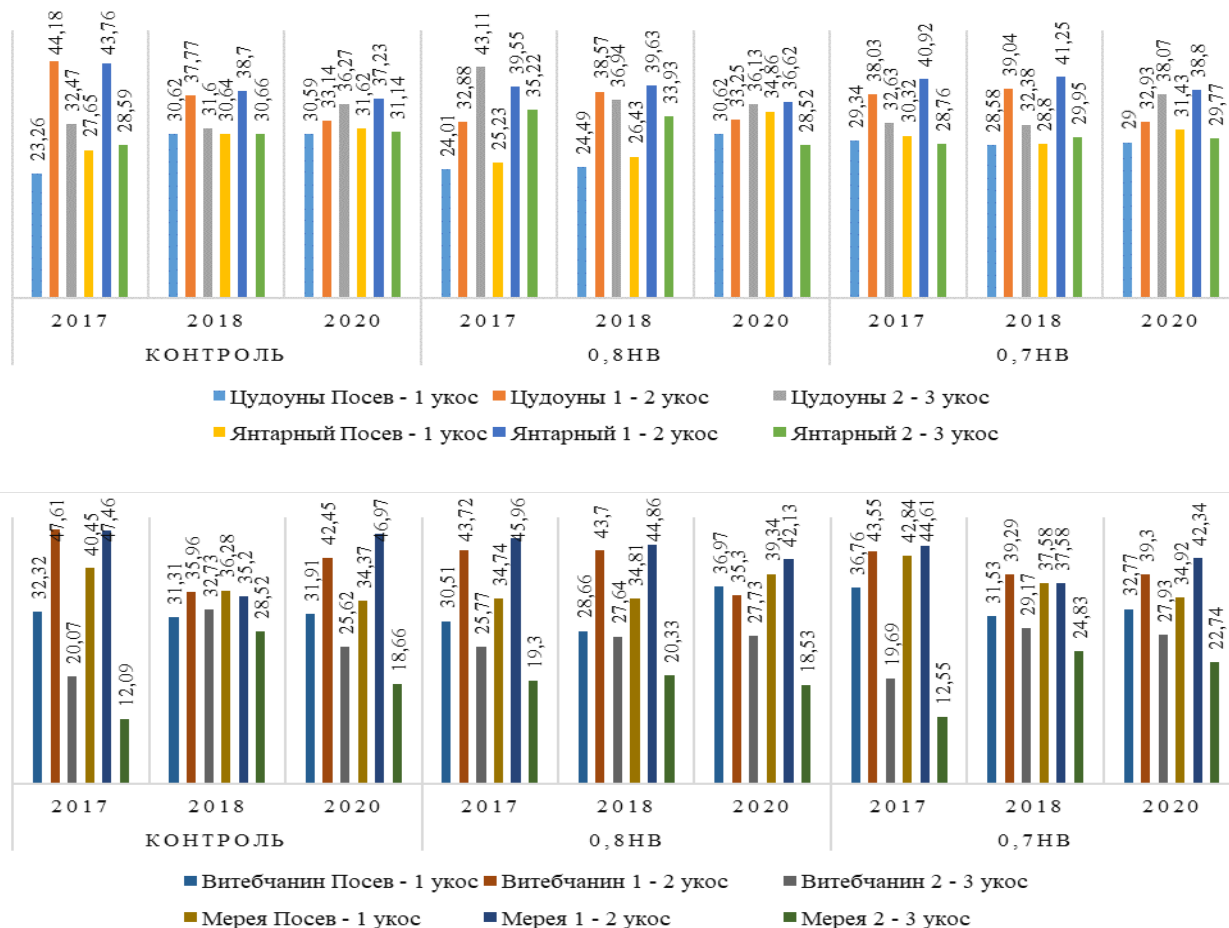


Рис. 1. Распределение водопотребления по межукосным интервалам в 2017–2020 гг., %

При формировании первого укоса зеленой массы водопотребление разноспелых сортов клевера лугового составляет 23,26–42,84 % от суммарного значения (23,26–30,62 % наблюдается у раннеспелого сорта Цудоуны, 25,23–34,86 % – у среднераннего сорта Янтарный, 28,66–36,97 % – у среднеспелого сорта Витебчанин и 34,37–42,84 % – у позднеспелого сорт Мерея). Столь сильная разбежка в значениях обусловлена неравномерностью наступления фаз укосной спелости у испытуемых сортов клевера лугового (раннеспелый и среднеранний сорта вступают в фазу укосной спелости в среднем через 4 декады от начала отрастания, среднеспелый – через 6–7 декад и позднеспелый через 7–8 декад).

Первый межукосный интервал (1–2 укос) характеризовался наибольшей продолжительностью. В следствии этого, величина водопотребления в первом межукосном интервале варьирует в пределах 32,88–47,61 % от его суммарного значения (32,88–44,18 % почвенной влаги безвозвратно выносилось вместе с урожаем клевера лугового сорта Цудоуны, 36,62–43,76 % у сорта Янтарный, 35,30–47,61 – у среднеспелого сорта Витебчанин и 35,20–47,46 % у позднеспелого сорта Мерея).

В целом к моменту вхождения различных по скороспелости сортов клевера лугового в фазу спелости 2-го укоса величина водопотребления достигает 56,89–87,91 % от суммарного за вегетационный период значения и при формировании третьего укоса разноспелые сорта клевера лугового выносят из

почвы еще 12,09–43,11 % почвенной влаги (31,61–43,11 % наблюдается у сорта Цудоуны, 28,52–35,22 % – у сорта Янтарный, 16,69–32,73 % – у сорта Витебчанин и 12,09–28,52 % – у сорта Мерея).

По мнению А. Н. Костякова, водопотребление различных сельскохозяйственных культур тесно коррелирует с их урожайностью [8]. Связь между урожайностью возделываемых культур и их сезонным водопотреблением можно отразить с помощью коэффициента водопотребления (K_v), который, по сути, указывает на затраты воды в м³, необходимые для образования единицы продукции. По результатам расчетов (табл. 1) нами было установлено, что в годы хозяйственного использования посевов коэффициент водопотребления варьирует от 200–414 м³/т сухого вещества на контрольном фоне опыта до 142–281 м³/т на фонах с дополнительным увлажнением. Наименьшей потребностью в почвенной влаге характеризуются сорта клевера лугового независимо от их скороспелости (170–257 м³/т отмечено у сорта Цудоуны, 142–199 м³/т – у сорта Янтарный, 208–263 м³/т – у сорта Витебчанин и 198–267 м³/т – у сорта Мерея) произрастающие в водно-воздушных условиях фона 0,7НВ.

Ранее указанные данные позволили нам заметить изменчивость водопотребления различных по скороспелости сортов клевера лугового в зависимости от внешних условий. Однако полученные результаты описывают водопотребление разноспелых сортов клевера лугового только для узкого спектра погодно-климатических условий (нормального и влажного годов). Полноценно описать изменчивость водопотребления, а также установить основные компоненты проектного режима орошения (минимальный межполивной интервал и оросительную норму можно с помощью методики, разработанной на основании исследований кафедры «Мелиорации и водного хозяйства» учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» [9]. Основная суть методики заключается в расчете водного баланса возделываемой сельскохозяйственной культуры для длительного промежутка времени (берутся основные метеорологические показатели вегетационных периодов не менее чем за 30–40 лет). Нами был выполнен расчет водного баланса разноспелых сортов клевера лугового для 7 основных опорных метеостанции северо-восточной части Республики Беларусь (Борисов, Вилейка, Витебск, Горки, Лепель, Минск, Полоцк). В результате были получены величины водопотребления, а также эмпирические коэффициенты оросительных норм и минимальных межполивных интервалов для лет с различной обеспеченностью (от острозасушливого года с обеспеченностью 5 %, до влажного года – 90 %), которые приведены в табл. 2.

Таблица 2. Водопотребление и эмпирические коэффициенты оросительных норм и минимальных межполивных интервалов для северо-восточной части Республики Беларусь

Сорт	C_v	Обеспеченность, %					
		5	10	25	50	75	90
Водопотребление (E), мм							
Клевер 1-го года жизни	0,07–0,08	382–401	376–393	360–375	345–361	324–343	308–321
Цудоуны	0,07–0,08	392–418	387–406	370–385	351–370	334–351	316–326
Янтарный	0,07–0,08	420–444	408–429	391–408	372–389	352–371	335–347
Витебчанин	0,07–0,08	473–496	458–487	443–465	422–448	400–425	374–398
Мерея	0,07–0,08	475–495	460–487	442–465	419–447	396–422	378–394
Оросительная норма (M_p)							
Клевер 1-го года жизни	0,45–0,81	1,19–2,11	0,99–1,57	1,00	0,40–0,83	0,34–0,66	0–0,50
Цудоуны	0,34–0,53	1,27–1,82	1,15–1,49	1,00	0,63–0,88	0,40–0,59	0,25–0,50
Янтарный	0,32–0,47	1,20–1,84	1,16–1,55	1,00	0,67–0,89	0,45–0,68	0,25–0,52
Витебчанин	0,35–0,55	1,15–1,68	1,14–1,52	1,00	0,64–0,88	0,37–0,66	0,26–0,46
Мерея	0,35–0,55	1,24–1,66	1,12–1,46	1,00	0,58–0,87	0,39–0,71	0,25–0,51
Минимальный межполивной интервал (T_{min})							
Клевер 1-го года жизни	–	0,25–0,89	0,25–1,00	0–1,00	0–4,57	0–5,20	0–13,11
Цудоуны	–	0,67–1,00	0,69–1,00	1,00	1,10–2,63	0–4,89	0–10,78
Янтарный	–	0,71–0,90	0,78–1,00	1,00	1,11–1,64	1,33–6,23	0–9,25
Витебчанин	–	0,63–0,89	0,63–1,00	1,00	1,14–2,79	0–4,69	0–7,56
Мерея	–	0,65–0,89	0,71–1,00	1,00	1,11–2,28	0–7,86	0–10,33

Установлено, что водопотребление различных по скороспелости сортов клевера лугового в северо-восточной части Республики Беларусь варьирует от 382–496 мм в острозасушливый год (5 %), до 345–448 мм и 308–398 мм в нормальный (50 %) и влажный годы (90 %). Водопотребление раннеспелого сорта клевера лугового в годы с различной тепловлагообеспеченностью колебалось от 316 мм до 418 мм, при коэффициенте вариации 0,07–0,08. Среднеранний сорт клевера лугового Янтарный характеризовался несколько большим суммарным водопотреблением, величина которого составляла 335–444 мм. Среднеспелый и позднеспелый сорта клевера лугового имели одинаковую продолжительность вегетационного периода, а их водопотребление было практически идентичным составляя 374–496 мм и 378–495 мм соответственно.

Подбор количества дождевальной техники, параметров насосно-силового оборудования, а также объемов аккумулирующих водоемов выполняется на основании двух основных показателей: мини-

мального межполивного интервала и расчетной оросительной нормы. В ходе расчета водного баланса по ранее описанной методике нами было установлена величина этих показателей для вегетационных периодов, характеризующихся различным уровнем тепловлагообеспеченности. Следует отметить, что полученные эмпирические коэффициенты отличаются меньшей репрезентативностью чем фактические значения данных показателей, но они позволяют построить кривые обеспеченности для любой метеостанции северо-восточной части Республики Беларусь по результатам расчета водного баланса для средnezасушливого года (25 %). Эмпирические коэффициенты расчетной оросительной нормы колеблются от 0–0,52 мм во влажный год (90 %) до 1,15–2,11 в острозасушливый год (5 %). В случае с минимальным межполивным интервалом, наблюдается обратная зависимость и эмпирические коэффициенты возрастают от 0,25–1,00 в год с острой нехваткой атмосферных осадков (5 %) до 0–13,11 замеченных в годы с сильным избытком атмосферной влаги (90 %).

Заключение

Результаты полевых наблюдений за водно-воздушным режимом почвы позволили установить, что суммарное водопотребление разноспелых сортов клевера лугового составляет 265,4–393,8 мм на посевах, произрастающих в естественных условиях и 288,9–454,2 мм отмечено у травостоев рост и развитие которых стимулируется орошением, достигая максимальных значений на фоне с дополнительным увлажнением 0,7НВ. На первый укос зеленой массы у различных по скороспелости сортов клевера лугового приходилось 23,26–42,84 % от суммарного водопотребления, на второй укос – 32,88–47,61 % и завершающий вегетационный период третий укос – 12,09–43,11 %. При этом в среднем за одни сутки посеvy клевера лугового первого года жизни поглощают из почвы 1,9–2,1 мм влаги, а к первому году хозяйственного использования среднесуточное водопотребление в зависимости от скороспелости возделываемого сорта клевера лугового возрастает до 2,3–2,7 мм, что указывает на прямую зависимость водопотребления клевера лугового от возраста посевов.

В ходе расчета водного баланса с помощью методики прогнозирования вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях естественного водного режима почв нами было установлено, что суммарное водопотребление клевера лугового варьирует от 382–496 мм в острозасушливый год (5 %), 376–487 мм в засушливый год (10 %), 360–465 мм в средnezасушливый год (25 %) и 345–448 мм в нормальный по увлажнению год (50 %), до 324–425 мм и 308–394 мм в средневлажный (75 %) и влажный (90 %) года. Полученные в результате расчета водного баланса эмпирические коэффициенты расчетных оросительных норм (от 0 во влажный год до 2,11 в острозасушливый год) и минимальных межполивных интервалов (0–13,11 в зависимости от степени тепловлагообеспеченности вегетационного периода и скороспелости возделываемого сорта клевера лугового) позволяют установить значения данных показателей для любой метеостанции северо-восточной части Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Растениеводство / Г. С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г. С. Посыпанова. – М.: Колос, 2007. — 612 с.
2. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
3. Лихацевич, А. П. Обоснование расчетной модели режима орошения многолетних трав и овощных культур в условиях Беларуси: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / А. П. Лихацевич; Акад. аграрн. наук Респ. Беларусь, Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. – Минск, 1993. – 47 с.
4. Вихров, В. И. Оперативное планирование и прогноз режима орошения многолетних трав на минеральных почвах Белоруссии: дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / В. И. Вихров. – Горки, 1988. – 196 л.
5. Алехин, А. В. Влияние орошения и числа скашиваний на продуктивность бобово-злаковых травостоев в условиях северо-востока Республики Беларусь: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / А. В. Алехин. – Горки, 1999. – 135 л.
6. Государственный реестр сортов / Гос. инспекция по испытанию сортов и охране раст.; сост.: В. А. Бейня [и др.]. – Минск, 2016. – 288 с.
7. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под ред. К. В. Коледа, А. А. Дудука. – Гродно: ПГАУ, 2010. – 340 с.
8. Костяков, А. Н. Основные методы орошения в современном ирригационном строительстве / А. Н. Костяков // Избранные труды. – М.: Сельхозиздат. – 1961. – Т. 1. – Ч. 1. – Гл. 4. – С. 271–300.
9. Вихров, В. И. Ретроспективные расчеты водного баланса почв и неблагоприятных явлений с применением ПЭВМ: лекция / В. И. Вихров // Расчет элементов водного баланса и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях естественного водного режима почв. – Горки, 2006. – Ч. 1. – 28 с.