УДК 630*165.7: 631.96

ОСОБЕННОСТИ ОРОШЕНИЯ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ПИТОМНИКАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Иозус А.П., Морозова Е.В.

Камышинский технологический институт (филиал) ГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: end@kti.ru

Нижнее Поволжье относится к аридным регионам, где осадков в течение вегетационного периода выпадает значительно меньше, чем требуется сеянцам древесных пород для успешного роста и накопления биомассы. Установлено, что в условиях орошаемого питомника сухостепной зоны Нижнего Поволжья величина водопотребления сеянцев сосны стремится к испаряемости, поэтому для выращивания сеянцев необходимы ежедневные поливы. При капельном орошении достигается экономия влаги в 3–5 раз по сравнению с традиционными способами полива за счет менее уплотненной почвы в зонах корневой системы; снижается заболеваемость фузариозом; развитие всасывающих корешков идет более интенсивно, что позволяет набирать сеянцам древесных пород сухую массу и размеры сравнимые с сухой массой и размерами при традиционных способах полива.

Ключевые слова: степная зона, сеянцы, орошение (полив), водопотребление, дождевание, капельный полив

THE FEATURES OF IRRIGATION OF SEEDLINGS OF TREE SPECIES IN NURSERIES OF STEPPE ZONE

Iozus A.P., Morozova E.V.

Reader of Kamyshin Tecnological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: end@kti.ru

Lower Volga region refers to the arid regions where precipitation during the growing season falls significantly less than that required seedlings of tree species for the successful growth and accumulation of biomass. It was found that the quantity of water consumption of seedlings of pine in irrigated nursery for dry steppe Lower Volga areas tends nearing evaporability, so the seedlings need daily watering. With drip irrigation water savings achieved by 3–5 times compared with traditional methods of irrigation due to less soil compaction in areas of the root system; reduced the incidence morbidity of fusariose; development of suction roots is more intense, allowing you to dial the seedlings of trees dry weight and dimensions comparable to the dry weight and the size if the traditional methods of irrigation.

Keywords: steppe zone, seedlings, irrigation, water consumption, sprinkler irrigation, drip irrigation

В зоне Нижнего Поволжья по среднемноголетним данным в течение вегетационного периода осадков выпадает значительно меньше, чем требуется сеянцам древесных пород для успешного роста и накопления биомассы. Ряд исследователей [4, 6, 7, 8] считают орошение необходимым условием интенсификации выращивания посадочного материала. Главная задача поливов – своевременно восполнить образующийся дефицит влаги между потребностями растений в воде и фактическими запасами ее в активном слое почвы. Особенно актуальными вопросы орошения становятся в условиях активно идущих на планете процессов глобального потепления, которые сопровождаются значительной аридизацией климата в засушливых областях. К таким областям относится и Нижнее Поволжье.

Исследованиями С.М. Зепалова [2] было установлено, что сеянцы вследствие цикличности своего развития нуждаются в разных режимах полива. Например, сосну в период от прорастания до сбрасывания семенных чешуй необходимо часто поливать малыми дозами, потом осуществлять более редкие поливы большими дозами. Прекращать поливы рекомендуется в начале сентября. Г.Я. Маттис и А.А. Баданов [6] установили, что оптимальным для сеянцев сосны является увлажнение их на уровне 80 % от полной полевой влагоемкости.

Цель исследования – выбор оптимального способа орошения на основе сравнительного анализа основных способов полива при выращивании сеянцев древесных пород в питомниках степной зоны.

Материалы и методы исследования

Наиболее полно теория и практика увлажнения разработана для посевов сельскохозяйственных культур. Общий расход воды для орошаемого поля обычно определяется по уравнению А.П. Костякова [9]:

$$\Delta w = \text{Т} + \text{И} - \text{Р} - \Sigma m + S, \qquad (1)$$

где T – расход воды по транспирации; И – испарение влагой почвы; Р – сумма выпавших за расчетный период осадков; Σm – удельный объем оросительной воды, поступившей в поле; Δw – изменение запасов почвенной влаги за рассматриваемый период; S – сток воды с поля.

Таблица 1

Испаряемость и потребность в воде посевов сосны в питомниках г. Камышина Волгоградской области, мм

Элементы водного баланса	Месяцы			
	май	июнь	июль	август
Испаряемость	139,7	199,6	231,9	203,2
Осадки	29	41	33	27
Потребность в воде	110,7	158,3	198,9	175
Необходимая норма ежедневного полива	3,5	5,2	6,4	5,6

Суммарное водопотребление воды E за любой отрезок времени можно определить по формуле

$$E = \text{P} + \Sigma m + \Delta w - S, \quad (2)$$

где Р – сумма выпавших за расчетный период осадков; Σm – удельный объем оросительной воды, поступившей в поле; Δw – изменение запасов почвенной влаги за рассматриваемый период; S – сток воды с поля.

Следовательно, учитывая уравнения (1) и (2), получим

$$\text{Е} = \text{Т} + \text{И}, \quad (3)$$

где Т – расход воды по транспирации; И – испарение влагой почвы.

Данный метод водного баланса распространен довольно широко, однако необходимость частого отбора проб делают этот метод весьма трудоемким. Между тем установлено, что величина водопотребления растений при наличии в почве достаточного количества доступной влаги имеет тесную коррелятивную связь с испаряемостью. Под испаряемостью здесь понимается максимально возможное испарение при неограниченном притоке влаги в активный слой почвы. В каждом конкретном случае испаряемость определяется сочетанием воздействия комплекса метеорологических факторов, таких как тепловые ресурсы, влажность воздуха, сила ветра, на влагообмен в слое воздуха, в котором находятся растения. В связи с этим ряд исследователей [5, 9] считают, что максимальная величина водопотребления, при оптимизации внешних факторов роста и развития растений и, прежде всего, оптимизации водного режима стремится к испаряемости, которая является верхним пределом суммарного расхода влаги на поле, занятом посевами. Наиболее широкое распространение для определения испаряемости получила формула Н.Н. Иванова (4) [9]:

$$E_0 = 0,0018(25 + t)^2(100 - a), \quad (4)$$

где E_0 – испаряемость за месяц, мм; t – средняя месячная температура воздуха, град. С; a – средняя месячная относительная влажность воздуха, %.

Поливную норму можно установить по формуле

$$M = 100HA(Y - y), \quad (5)$$

где M – поливная норма, м^3 воды на 1 га площади; H – толщина орошаемого слоя почвы, м; A – объемный вес абсолютно сухой почвы; Y – полезная влагоемкость, выраженная в % веса сухой почвы; y – влажность в орошенном слое почвы, выраженная в % веса абсолютно сухой почвы.

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению Г.Я. Маттиса [6], закономерности, установленные для сельскохозяйственных культур, в значительной мере относятся и к сеянцам древесных пород вследствие их биологической однородности. Поэтому формулу (4) использовали при определении испаряемости посевов сосны в условиях питомника г. Камышина Волгоградской области, подставляя в нее среднемноголетние данные. На основании этого вычислили ежедневную потребность сеянцев сосны в поливах (табл. 1).

В мае дневная норма орошения составила 3,5 мм, в июне – 5,2 м, июле – 6,41 мм, августе – 5,44 мм. Нормы орошения, рекомендуемые для полива сосны некоторыми авторами, ниже наших: так, Г.А. Игаунис [3] в теплице рекомендует полив с нормой 2,5 мм. В. Душек [1] для условий Чехословакии предлагает ежедневный полив с нормой 2 мм. Это вызвано тем, что в теплицах Латвии и в открытом грунте в Чехословакии испаряемость значительно ниже, чем в сухом и жарком климате Нижнего Поволжья, Для зоны защитного лесоразведения С.М. Зепалов [2] и др. рекомендовали в фазу набухания и прорастания семян 5–10 поливов с нормой 250–500 куб.м на 1 га, в фазу формирования всходов – 5–7 поливов, оросительная норма 500–700 куб.м на 1 га, в фазу роста сеянцев 3–5 поливов с оросительной нормой 500–1000 куб.м на 1 га [6].

В целом за вегетационный период это составляет 1000 мм, что почти в 1,5 раза больше рекомендуемой нами нормы (за вегетационный период 643 мм). Расхождение вызвано тем, что нормы С.М. Зепалова рассчитаны на полив напуском, тогда как предлагаемые нами – на дождевание и капельное орошение.

На наш взгляд нормы, вычисленные в расчете на испаряемость, являются оптимальными при интенсивном выращивании сеянцев в открытом грунте, они учитыва-

ют цикличность развития сеянцев, в мае, в начальные фазы развития, оросительная норма почти в два раза ниже, чем в июле и в августе. Эти нормы полива позволяют выращивать сеянцы сосны без отенения посевов при дождевании и с частичным отенением при капельном орошении.

Критическим для роста сеянцев считается период интенсивного роста надземной части. В этот период необходима корректировка поливных норм. Оптимальная влажность почвы для сеянцев сосны составляет 80 % от полной полевой влагоемкости. При превышении этого показателя полив временно прекращают, при снижении ниже этого уровня производят дополнительное орошение. Наличие влаги определяют или по специальным датчикам, или весовым методом отбора образца почвы в слое 0–30 см.

В условиях сухого жаркого лета Нижнего Поволжья, которое усугубляется значительной аридизацией климата в результате глобального потепления на планете, высокие температуры и низкая относительная влажность воздуха часто вызывают депрессию фотосинтеза, особенно в полуденные часы. Для снятия депрессии фотосинтеза рекомендуется проводить внекорневые подкормки и освежающие поливы в течение 5–15 с с трехминутными интервалами [1].

Количество воды для одного полива на зональных почвах не должно превышать 10 мм во избежание водной эрозии, спекания и чрезмерного уплотнения почвы (расчет проводился по формуле (5)). Поливать необходимо, если температура воздуха поднимается выше 30 °С, а относительная влажность воздуха опускается ниже 60 %. По нашим данным лучший эффект дают освежающие поливы при аэрозольном способе увлажнения. Эти процессы можно легко автоматизировать, применяя современные системы управления поливом.

Важное значение для роста и развития сеянцев наряду с основным удобрением имеют подкормки корневые и внекорневые.

Кроме того, изучалось влияние способа полива на рост и развитие сеянцев. Изучался способ увлажнения искусственным туманом по сравнению с дождеванием. При аэрозольном поливе, в отличие от полива дождеванием, расходуется меньше воды, отсутствует засоление почвы и водная эрозия, складывается более благоприятный микроклимат. Как показали широкие производственные опыты с сельскохозяйственными культурами, полив которых осуществлялся поливной машиной ДДН 100А со специальными насадками, аэрозольное увлажнение значительно увеличивало выход биомассы с единицы площади.

В последнее время для орошения в плодоводстве, овощеводстве и лесных питомниках все чаще применяют капельное орошение. Мы поставили задачу определить биологическую и экономическую целесообразность этого способа полива в условиях лесных питомников Нижнего Поволжья.

Капельное орошение – эффективный, но достаточно дорогой при первоначальном приобретении комплектующих и монтаже вариант полива. Если же учитывать все экономические аспекты, в частности значительную экономию влаги, то данный способ оказывается более экономически целесообразным. Сеянцы при этом получаются более высокого качества, с компактной и разветвлённой корневой системой. Положительно влияет на качество саженцев и фертигация, которую используют чаще всего для внесения азотных удобрений (NPK обычно вносят при посадке).

Выбор производительности (расхода) капельницы зависит от климатических условий региона. В условиях Нижнего Поволжья применение капельного орошения по сравнению с другими способами полива в 3–5 раз снижает расход воды – очень ценного в таких условиях ресурса. Кроме того, капельное орошение не размывает прикорневую и корневую зону сеянцев и не уплотняет почву вокруг корней, что делает сеянцы сосны более устойчивыми к полеганию от фузариоза.

Таблица 2

Характеристика элементов микроклимата в зависимости от способа увлажнения (среднее за 2012–2013 гг.)

Варианты	Температура, °С						Относительная влажность воздуха, %
	Слой почвы, см			Воздуха			
	0	5	10	Макс.	Мин.	Среднее	
Аэрозоль	20,5	18,8	18,4	26,0	9,4	18,0	54
Дождевание	20,5	18,4	18,2	27,0	8,9	18,2	49
Капельное орошение	20,5	18,2	18,0	28,0	10	18,4	45

Таблица 3

Влияние способа увлажнения и внекорневых подкормок на рост и продуктивность сеянцев сосны

Варианты	октябрь 2012				октябрь 2013			
	высота сеянцев, см	диаметр сеянцев, мм	сух. масса 10 шт/г	выход станд. с 1 п.м стр.	высота сеянцев, см	диаметр сеянцев, мм	сух. масса 10 шт/г	выход станд. с 1 п.м стр.
Аэрозольный способ увлажнения								
Контроль	13,9	3,0	14,1	70	15,1	3,20	15,8	105
Внекорневая NP	15,1	3,01	14,9	90	15,6	3,25	16,1	101
Обработка NPK	15,2	3,01	14,9	90	15,9	3,25	16,8	106
Дождевание								
Контроль	11,6	2,85	11,09	–	12,24	3,01	12,15	90
Внекорневая NP	12,6	2,96	12,8	–	12,8	3,05	12,25	95
Обработка NPK	12,9	2,95	12,2	–	13,1	3,10	13,3	101
Капельное орошение								
Контроль	11,1	2,8	10,9	–	11,9	2,9	11,9	85
Внекорневая NP	11,8	2,91	11,9	–	12,1	2,9	12,0	90
Обработка NPK	12,1	2,92	12,1	–	12,8	3,0	12,5	98
$НСР_{05}$	0,81	0,14	0,24	–	0,91	0,18	0,28	–

Результаты наших опытов, приведенные в табл. 2, показывают, что при аэрозольном способе увлажнения складывается более благоприятный микроклимат. Особенно эффективно применение аэрозольного способа увлажнения при освежающих поливах [2], для снятия депрессии фотосинтеза в полуденные часы с высокими температурами и низкой относительной влажностью воздуха. Для этого необходимо включать аэрозольную установку на 10 с каждый час [1].

Как показали опыты 2012–2013 года, благоприятное влияние аэрозольного способа увлажнения наблюдается сразу же после посева, так, грунтовая всхожесть семян сосны в варианте опыта с аэрозольным увлажнением была на 5–10% выше, чем при поливе дождеванием и капельным орошением.

Опыты с различными способами увлажнения проводили согласно методике совместно с внекорневыми подкормками азотно-фосфорным и азотно-фосфорно-калийным удобрениями. Как показали результаты опытов (табл. 3), при аэрозольном способе увлажнения размеры, сухая масса и выход стандартных сеянцев были выше, чем при поливе дождеванием. Разница по всем этим показателям оказалась существенной. При капельном орошении (табл. 3) сухая масса и выход сеянцев оказались немного ниже, чем при аэрозольном способе полива и поливе дождеванием. Однако, по сравнению с двумя другими способами полива, значительная экономическая выгода образуется от снижения в 3–5 раз объемов воды, необходимых для выращивания такого же количества стандартных сеянцев сосны.

Таким образом, при проведении двухлетних опытов установлено, что основными преимуществами капельного орошения являются:

1. Точная и локализованная подача воды, позволяющая подавать воду в ограниченный объем почвы, где расположена корневая система растения, и свести к минимуму потери питательных веществ в прикорневой зоне.

2. Минимизация потерь от испарения, при этом смачивание определенной зоны позволяет уменьшить потери воды на испарение.

3. Снижение засоренности, так как ограниченное увлажнение земли уменьшает всхожесть и развитие сорняков.

4. Сохранение воздушно-водяного равновесия, что достигается из-за отсутствия на поверхности почвы корки, затрудняющей проникновение воздуха в землю, которая образуется при поверхностном способе полива.

5. Успешное функционирование капельного полива на крутых склонах, мелких и уплотненных почвах с низкой скоростью проникновения воды и песчаных почвах с низкой водоудерживающей способностью.

6. Снижение грибковых болезней, в первую очередь фузариоза.

7. Возможность избежать ожогов листьев.

8. Использование более соленой воды, чем при других способах полива. Так как

частый полив с помощью микрокапельниц убирает излишек солей на «обочину» увлажненного объема почвы.

К недостаткам капельного орошения можно отнести: возможность засорения капельниц; более высокая стоимость систем капельного орошения; повреждение лент птицами, мелкими грызунами; менее значительное влияние на микроклимат по сравнению с другими способами полива.

Выводы

1. Установлено, что в условиях орошаемого питомника сухостепной зоны Нижнего Поволжья величина водопотребления сеянцев сосны стремится к испаряемости. При интенсивном выращивании здесь необходимы ежедневные поливы в мае с нормой 3,5 мм, в июне с нормой 5,2 мм, в июле с нормой 6,4 мм, в августе – 5,6 мм. При снижении относительной влажности воздуха ниже 60 % рекомендуется проводить освежающие поливы в течение 5–15 с с 30-минутными интервалами.

2. При аэрозольном способе полива по сравнению с дождеванием улучшается микроклимат и увеличиваются размеры и сухая масса выращиваемых сеянцев.

3. При капельном орошении достигается экономия влаги в 3–5 раз по сравнению с традиционными способами полива за счет менее уплотненной почвы в зонах корневой системы, снижается заболеваемость фузариозом, развитие всасывающих корешков идет более интенсивно, что позволяет набирать сеянцам древесных пород сухую массу и размеры сравнимые с сухой массой и размерами при традиционных способах полива.

Список литературы

1. Душек В. Орошение лесных питомников дождеванием. – В кн.: Агролесомелиорация. – М.: Лесная промышленность, 1979. – С. 191–208.

2. Зепалов С.М. Схемы поливов в лесных питомниках. – В сб.: Труды ВНИАЛМИ. Итоги работ за 1943—1944 гг. 1947. – С. 115–131.

3. Игаунис Г.А. Биологические основы ускоренного выращивания сеянцев древесных пород. – Зинатне. – Рига, 1974. – 135 с.

4. Иозус А.П., Морозова Е.В. Использование регрессионного анализа при изучении влияния климатических факторов на развитие сеянцев сосны в питомниках степной зоны // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15428.

5. Листопад Г.Е., Климов А.А., Иванов А.Ф., Устенко Г.П. Программирование урожая. – В сб.: Труды. – Волгоград, 1975. – Т. 4. – 367 с.

6. Маттис Г.Я. Баданов А.П. Влияние режима влажности почвы на рост и качество сеянцев сосны обыкновенной. – Бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1978. – № 1(26). – С. 72–74.

7. Мочалов Б.А. Научное обоснование и разработка интенсивной технологии выращивания посадочного материала хвойных пород для лесовосстановления на европейском севере России: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д. с.-х. н. (06.03.01). – Архангельск, 2009. – 44 с.

8. Романов Е.М. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала в среднем Поволжье: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д. с.-х. н. (06.03.01). – Йошкар-Ола, 1999. – 46 с.

9. Черемисинов А.А., Черемисинов А.Ю. Обзор расчетных методов определения суммарного испарения орошаемых сельскохозяйственных полей. // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 1(21). – С. 113–133.