УДК 635.25(470.44/.47)

ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО

МАТВЕЕВА Наталья Ивановна, *Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН*
ПЕТРОВ Николай Юрьевич, *Волгоградский государственный аграрный университет*
НАРУШЕВ Виктор Бисенгалиевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*
ЗВОЛИНСКИЙ Вячеслав Петрович, *Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН*

В статье раскрывается роль орошения как ведущего прима оптимизации жизнедеятельности растений лука репчатого. Цель исследований заключалась в оценке эффективности использования водных ресурсов растениями лука репчатого при различных режимах орошения. Изучали поливные и оросительные нормы, определяющие разные режимы орошения 7 гибридов лука репчатого: Валеро F1, Куантач F1, Солтис F1, Утреро F1, Пандеро F1, Катинка F1, Комета F1 и сорта Халцедон. Были выявлены наиболее эффективные режимы орошения для изучаемых гибридов и сорта лука репчатого. Лучшим для гибрида Солтис F1 был дифференцированный режим полива, а для остальных гибридов и сорта Халцедон – повышенный. Самым урожайным в условиях Нижневолжского региона был гибрид Пандеро F1, давший 187,0 т/га при повышенном режиме орошения.

Введение. Лук репчатый является важнейшей овощной культурой, широко распространенной в Нижневолжском регионе и обеспечивающей высокую эффективность использования орошаемых земель [8, 9]. Он принадлежит к растениям достаточно водотребовательным, что объясняется повышенной обводненностью протоплазмы клеток растений, небольшим объемом и слабососущей силой корневой системы. Высокая потребность в воде для лука необходима достаточно длительный период – от прорастания семян и до образования луковиц. При дальнейшем развитии избыток влаги вызывает сильный прирост листьев, замедляет формирование луковиц и ухудшает их созревание.

В связи с высокой и специфичной потребностью во влаге для лука репчатого большую роль играет режим поддержания влагообеспеченности. В практике орошаемого земледелия в качестве основного критерия при назначении полива принимается нижний предел оптимальной влажности почвы (НВ). Влажность почвы и количество поливов зависят от нижнего порога влагообеспеченности для лука репчатого; результативность вегетационных поливов зависит от климатических факторов, почвенных условий, биологических особенностей сорта, предпосевного запаса влаги в почве и других факторов, определяющих жизнедеятельность растений [1–5].

При разработке оптимального режима поливов, особенно сроков их проведения, необходимо обращать внимание на рост и развитие растений, которые орошаются, и их реакцию на степень увлажнения пахотного горизонта. Правильная оценка поэтапной отзывчивости растений на условия водообеспечения в сочетании с другими агробиологическими приемами является актуальной проблемой орошаемого земледелия [5, 10].

Цель исследований заключалась в оценке эффективности использования водных ресурсов растениями лука репчатого при различных режимах орошения.

Методика исследований. Опыты проводили ученые Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН с 2011 по 2013 гг. на полях крестьянского (фермерского) хозяйства В.В. Зволинского Черноярского района Астраханской области (с. Соленое Займище). Климат района проведения исследований – резко континентальный, засушливый. Почва – светло-каштановая, суглинистая. Площадь опытной делянки – 640 м^2, повторность четырехкратная.

Изучали поливные и оросительные нормы, определяющие разные режимы орошения 7 гибридов лука репчатого: Валеро *F*1, Куантач *F*1, Солтис *F*1, Утреро *F*1, Пандеро *F*1, Катинка *F*1, Комета *F*1 (селекция фирмы Nunhems) и сорта Халцедон (селекция Молдавского НИИСХ). В полевых экспериментах проводили испытание трех режимов орошения:

1) постоянный режим поливов – полив и его нормы назначались при достижении влажности почвы 60–65 % НВ. Постоянный режим поливов был принят за контроль;

2) дифференцированный режим поливов – поддержание от посева до образования луковицы влажности почвы не ниже 80 % НВ, от образования луковицы до полегания листьев – 60–65 % НВ;

3) повышенный режим поливов – влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ от посева до уборки урожая.

Полив осуществляли через систему капельного орошения, включающую фильтрующую станцию AIK (производитель Израиль), капельную трубку (Липецк), лайфлеты, рабочие трубопроводы (Гонконг).

Опыты проводили на основе методики полевого опыта в овощеводстве С.С. Литвинова [7] и методики полевых опытов Б.А. Доспехова [6]. Все агромелиоративные приемы технологии возделывания лука репчатого применялись исходя из общепринятой научно обоснованной системы земледелия Астраханской области [8].

Результаты исследований. При выполнении опытов с поддержанием определенного режима орошения большое значение имеют данные водно-физических свойств почвы, в связи с чем на опытных посевах выявили их важнейшие показатели. Ежегодно фиксировали плотность твердой фазы почвы и влажность завядания (табл. 1).

Опытные участки в годы исследований были достаточно однородными, поэтому плотность твердой фазы почвы практически не различалась. На глубине посева семян 0,0–0,2 м она составляла 1,26–1,27 г/см^3. В других горизонтах с увеличением глубины показатель увеличивался. Так, на глубине 0,0–0,5 м плотность твердой фазы почвы составляла 1,30–1,31 г/см^3. При этом существенных отличий по годам не отмечалось.

По влажности завядания по годам имелись также несущественные отличия. Так, в горизонте 0,0–0,2 м в 2011 г. она составляла 14,1 %, в 2012 г. – 14,6 % и в 2013 г. – 13,4 %. С глубиной показатели становились меньше – на глубине 0,0–1,0 м они были равны 10,1–10,6 %.

Наименьшую влагоемкость определяли методом заливных площадок и расчетным путем находили показатели влажности, соответствующие 80 и 65 % НВ. Опыты были заложены в полупустынной зоне, где основной влагооборот в почве происходит в пределах 1 м. Поэтому описание наименьшей влагоемкости рационально рассматривать в пределах 0,0–1,0 м. По существующей классификации запас влаги в слое 0,0–0,2 м считается хорошим при 400 м^3/га и удовлетворительным – при 200–400 м^3/га, неудовлетворительным – менее 200 м^3/га. В слое 0,5–1,0 м к хорошим относится запас влаги в пределах 1300–1600 м^3/га, удовлетворительным – 900–1300 м^3/га и неудовлетворительным – 600–900 м^3/га.

Полученные экспериментальные данные указывают на то, что почвы опытных участков имели удовлетворительное водно-физическое состояние. В верхнем посевном слое наименьшая влагоемкость составила в 2011 г. 24,0 %; в 2012 г. – 25,1 % и в 2013 г. – 24,2 % (табл. 2).

Удовлетворительные данные влагоемкости отмечали и на большей глубине. Так, в горизонте 0,0–0,5 м, в котором размещалась в основном корневая система лука, наименьшая влагоемкость в зависимости от года выращивания варьировала от 21,8 до 22,8 %.

На основе полученных данных по изменению наименьшей влагоемкости были вычислены запасы влаги в почве, которые соответствуют НВ, в том числе продуктивной, а также 80 и 65 % от НВ. По нашим расчетам, почвы опытного участка в зависимости от изучаемого горизонта содержали следующее количество продуктивной влаги: в 2011 г. – от 162 м^3/га в слое почвы 0,0–0,1 м до 931 м^3/га в слое почвы 0,0–0,5 м, в 2012 г. –185 и 952 м^3/га; в 2013 г.– 188 и 952 м^3/га соответственно.

Расчеты были сделаны для того, чтобы назначать поливные нормы при достижении нижнего

Таблица 1

Плотность твердой фазы и влажность завядания почвы под посевами лука репчатого

Глубина горизонта почвы, м	Плотность твердой фазы почвы, г/см^3			Влажность завядания почвы, %		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
0,0–0,2	1,26	1,27	1,27	14,1	14,6	13,4
0,0–0,5	1,31	1,30	1,31	19,4	13,2	12,8
0,5–1,0	1,50	1,42	1,47	10,8	11,8	11,4
0,0–1,0	1,44	1,46	1,48	10,1	10,3	10,6
1,0–1,5	1,51	1,54	1,50	9,2	9,3	9,5

Таблица 2

Наименьшая влагоемкость почвы опытных участков

Глубина горизонта почвы, м	Влажность почвы, % от сухого вещества, соответствующая								
	НВ			80 % от НВ			65 % от НВ		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
0,0–0,1	24,0	25,1	24,2	21,6	23,3	22,7	17,5	18,9	18,3
0,0–0,2	23,3	24,3	22,4	20,2	21,8	21,9	16,4	17,7	17,8
0,0–0,5	21,8	22,8	21,9	19,8	21,4	20,7	16,1	17,4	16,8
0,0–1,0	19,1	20,7	20,4	14,7	19,8	18,7	14,4	16,0	15,2

порога влажности. Для определения влажности почвы в день посева лука в открытом грунте через каждые трое суток брали почвенные образцы из горизонта 0,0–0,1 м до появления всходов; из горизонта 0,0–0,2 м – до образования первого листа и далее из горизонта 0,0–0,5 м. При достижении нижнего порога влажности соответствующего варианта опыта расчетным путем назначали поливные нормы.

Как известно, предполивная влажность почвы для всех сельскохозяйственных культур, в том числе лука, зависит, прежде всего, от условий почвы, биологических характеристик культуры, сорта. Доказано, что чем суше воздух и выше его температура, тем более интенсивным должно быть водоснабжение растений, чтобы при усиленной транспирации поддержать на необходимом уровне содержание воды в листьях и других органах растений и обеспечить нормальное протекание биологических и физиологических процессов [1]. В результате этого в засушливые годы рекомендуется поливную норму увеличивать на 5–10 % НВ. При начале полегания листьев лука делали последний полив до полного насыщения почвой влаги, после чего поливы прекращались. Нормы полива представлены в табл. 3.

По данным исследований межполивной период колебался в связи с условиями года и разными режимами орошения от 2–3 до 5–10 суток. Поливная норма изменялась в зависимости от фазы развития растений и режима орошения. Так, при постоянном режиме поливов 60–65 % НВ поливная норма рассчитывалась на глубину почвы 0,0–0,1 м до формирования луковицы и составляла 221–240 м^3/га. При формировании луковицы и до полегания листьев поливную норму рассчитывали на глубину 0,0–0,5 м – 1112–1184 м^3/га. При дифференцированном режиме от посева до формирования луковицы поливы назначались такие же, как и при повышенном; от формирования луковицы и до полегания листьев режим орошения был постоянным. По данным табл. 4, наименьшая оросительная норма независимо от режима орошения была в 2011 г.

Учет запасов влаги в почве в день посева, количества атмосферных осадков и оросительных норм в период вегетации растений позволили определить суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления. Данные табл. 5 позволяют оценить действенность использования водных ресурсов при различных режимах оро-

Таблица 3

Запасы влаги в почве и поливные нормы

Глубина горизонта почвы, м	Запас влаги в почве, м^3/га					Величина поливной нормы, м^3/га	
	НВ	в том числе		80 % НВ	65 % НВ	80 % НВ	65 % НВ
		недоступной	продуктивной				
2011 г.							
0,0–0,1	340	178	162	272	221	68	119
0,0–0,2	663	325	338	530	431	133	232
0,0–0,5	1711	780	931	1369	1112	342	599
0,0–1,0	3182	1450	1732	2546	2068	636	1114
2012 г.							
0,0–0,1	370	185	185	296	240	74	130
0,0–0,2	710	343	367	568	461	142	249
0,0–0,5	1822	870	952	1458	1184	364	638
0,0–1,0	3680	1537	2143	2944	2392	736	1288
2013 г.							
0,0–0,1	358	170	188	286	232	72	126
0,0–0,2	718	335	383	574	466	144	252
0,0–0,5	1774	822	952	1419	1153	355	621
0,0–1,0	3487	1569	1918	2790	1569	697	1219

Таблица 4

Поливные и оросительные нормы при различных режимах орошения

Период полива	Режим орошения								
	60–65 % НВ			80–85 % НВ			80–85 % НВ – 60–65 % НВ		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Посев	232	249	252	133	142	144	133	142	144
Посев – 1-й настоящий лист	1160	1245	1512	1197	1278	1152	1197	994	1152
1-й настоящий лист – формирование луковицы	1624	1992	1764	1467	1562	1584	1467	1562	1584
Формирование луковицы – полегание листьев	3594	3828	4347	3240	3640	2840	3594	3828	3828
Оросительная норма	6610	7314	7879	6217	6622	6720	6391	6526	6526

шения. Коэффициент водопотребления определялся отношением суммарного водопотребления к урожайности.

По средним данным 2011–2013 гг. среди раннеспелых образцов лука наивысшая урожайность была получена у гибрида Валеро *F*1 при повышенном режиме орошения – 118,4 т/га. Дифференцированный режим поливов обеспечил урожайность в 113,7 т/га, а постоянный только 82,6 т/га. Оросительная норма менялась от 6481 до 7268 м^3/га в зависимости от режима орошения, суммарное водопотребление составило 7224–8085, коэффициент водопотребления варьировал от 61,79 до 97,88 м^3/т.

Сорт Халцедон по урожайности заметно уступал гибриду Валеро *F*1 при повышенном и дифференцированном поливах на 24,3 и 21,1 т/га соответственно. Коэффициент водопотребления составил при постоянном режиме поливов 101,82 м^3/т; при повышенном – 77,74 м^3/т и при дифференцированном – 78,01 м^3/т.

Наиболее экономный расход воды отмечали у гибрида Пандеро *F*1 при повышенном режиме полива – 39,12 м^3/т. Самая высокая урожайность была получена у гибрида Пандеро *F*1 по сравнению с другими гибридами – от 115,0 т/га при постоянном режиме поливов до 187,0 т/га при повышенном. Коэффициент водопотребления колебался от 39,12 до 70,30 м^3/т. У остальных гибридов коэффициент водопотребления был значительно выше по соответствующим режимам поливов.

Заключение. Режим орошения оказывает определяющее влияние на продолжительность прохождения фенологических фаз растениями лука. Если переход от всходов до образования первого настоящего листа у растений оставался неизменным независимо от влажности почвы, то срок созревания луковицы существенно изменялся при различных режимах поливов. Дифференцированный и повышенный режимы удлиняли сроки созревания луковицы в зависимости от сорта и гибридов от 3 до 11 суток в отличие от постоянного режима. Исследования показали, что повышенный и дифференцированный режимы поливов создают более благоприятные условия для роста, развития и прироста листьев, формирования величины луковиц, чем постоянный режим.

В среднем за три года у всех изучаемых гибридов и сорта лука высокая урожайность была достигнута при повышенном режиме поливов, кроме Солтис *F*1. При этом наибольшей урожайностью

Таблица 5

Урожайность и показатели водопотребления лука (среднее за 2011–2013 гг.)

Гибрид, сорт	Режим орошения	Оросительная норма, м^3/га	Суммарное водопотребление, м^3/га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м^3/т
Раннеспелые образцы					
Валеро *F*1	Постоянный	7268	8085	82,6	97,88
	Повышенный	6520	7316	118,4	61,79
	Дифференцированный	6481	7224	113,7	63,53
Халцедон	Постоянный	7268	8085	79,4	101,82
	Повышенный	6520	7316	94,1	77,74
	Дифференцированный	6481	7224	92,6	78,01
Среднеспелые образцы					
Куантач *F*1	Постоянный	7268	8085	104,2	77,59
	Повышенный	6520	7316	131,0	55,84
	Дифференцированный	6481	7224	127,2	5679
Солтис *F*1	Постоянный	7268	8085	108,0	74,86
	Повышенный	6520	7316	127,1	57,56
	Дифференцированный	6481	7224	136,4	52,96
Утреро *F*1	Постоянный	7268	8085	109,7	73,70
	Повышенный	6520	7316	114,1	64,12
	Дифференцированный	6481	7224	108,9	66,34
Среднепоздние образцы					
Пандеро *F*1	Постоянный	7268	8085	115,0	70,30
	Повышенный	6520	7316	187,0	39,12
	Дифференцированный	6481	7224	164,0	44,05
Поздние образцы					
Катинка *F*1	Постоянный	7268	8085	89,9	89,93
	Повышенный	6520	7316	121,3	30,31
	Дифференцированный	6481	7224	118,4	61,01
Комета *F*1	Постоянный	7268	8085	86,4	93,57
	Повышенный	6520	7316	116,1	63,01
	Дифференцированный	6481	7224	104,3	69,26

отличался гибрид Пандеро *F*1 – 187,0 т/га, тогда как при дифференцированном режиме поливов он дал 164,0 т/га, а при постоянном режиме – 115,0 т/га.

Для гибрида Солтис *F*1 лучшим оказался дифференцированный режим поливов, при котором урожайность составила 136,4 т/га, в то время как при повышенном режиме поливов – 127,1 т/га, а при постоянном режиме– 108,0 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородычев В.В., Казаченко В.С.* Режим орошения и продуктивность репчатого лука // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 31–33.

2. Влияние гуминовых препаратов на урожайность лука репчатого и его качество на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья / В.В. Пронько [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 10. – С. 30–33.

3. *Григоров С.М., Винников Д.С.* Приемы повышения эффективности интенсивной технологии возделывания репчатого лука при капельном орошении // Научное обозрение. – 2012. – № 3(07). – С. 90–102.

4. *Григоров С.М., Винников Д.С., Бондаренко Ю.В.* Совершенствование агроприемов как фактора водосбережения при орошении лука // Научная жизнь. – 2016. – № 3. – С. 52–60.

5. Действие удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество гибридов лука репчатого, выращенных в однолетней культуре при капельном орошении // В.А. Борисов [и др.] // Овощи России. – 2018. – № 4. – С. 89–93.

6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. *Литвинов С.С.* Методика полевого опыта в овощеводстве. – М.: Госсельхозакадемия, 2011. – 650 с.

8. Оптимизация овощных севооборотов Северного Прикаспия (Лук репчатый в Нижнем Поволжье)/ В.А. Федорова [и др.]. – 2-е изд., доп. – Волгоград, 2018. – 188 с.

9. Рынок лука репчатого: состояние и основные тенденции / С.С. Литвинов [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 1. – С. 58–60.

10. Эффективные элементы возделывания репчатого лука при капельном орошении / Е.В. Калмыкова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1. – С. 51–58.

Матвеева Наталья Ивановна, *канд. пед. наук, зав. лабораторией инноваций и социального развития, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН. Россия.*

416251, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище, кв. Северный, 8.

Тел.: (85149) 2-54-39.

Петров Николай Юрьевич, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Технология и переработка сельскохозяйственной продукции», Волгоградский государственный аграрный университет. Россия.*

400002, г. Волгоград, просп. Университетский, 26.

Тел.: (8442)41-10-79.

Нарушев Виктор Бисенгалиевич, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Растениеводство, селекция и генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: 89603490117.

Зволинский Вячеслав Петрович, *д-р с.-х. наук, проф., научный руководитель, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН. Россия.*

416251, Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище, кв. Северный, 8.

Тел.: (85149) 2-54-39.

Ключевые слова: *лук репчатый; гибрид; водообеспечение; влажность завядания; влагоемкость; сухое вещество; режим орошения; почвенный горизонт; оросительная норма.*

AVAILABLE WATER SUPPLY IS A DETERMINING FACTOR OF BULB ONION EFFECTIVE DEVELOPMENT

Matveeva Natalya Ivanovna, *Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the laboratory "Innovations and Social Development", Pre-Caspian Arid Scientific Center of the Rus-sian Academy of Sciences. Russia.*

Petrov Nikolay Yurievich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Technology of Storage and Processing of Agricultural Products", Volgograd State Agrarian University. Russia.*

Narushev Viktor Bisengalievich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Crop Production, Selection and Breeding, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Zvolinsky Vladimir Vyacheslavovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Scientific Director, Caspian Arid Scien-tific Center of the Russian Academy of Sciences. Russia.*

Keywords: *bulb onion; hybrid; water supply; moisture content; moisture capacity; dry matter; irrigation regime; soil horizon; irrigation rate.*

The article reveals the role of irrigation as a leading principle in optimizing the life of bulb onions. The purpose of the research was to assess the effectiveness of water use by onion plants under various irrigation regimes. We studied watering and irrigation norms that determine the different irrigation regimes of 7 onion hybrids: Valero F1, Kuantach F1, Soltis F1, Utrero F1, Pandero F1, Katinka F1, Cometa F1 and Chalcedony. The most effective irrigation regimes were identified for the studied hybrids and varieties of bulb onion. The best for the Soltis F1 hybrid was a differentiated irrigation regime, and for the rest of the hybrids and Chalcedony varieties it was increased one. The most productive hybrid in the conditions of the Lower Volga region was Pandero F1, which produced 187.0 t/ha with an increased irrigation regime.