

Решить данную проблему можно за счет использования орошения в критические для культуры фазы развития. В связи с этим вопрос орошения посевов ярового ячменя является научно обоснованным и актуальным для современных условий.

Основной целью выполненных исследований являлась оценка влияния орошения на высоту растений, продуктивную кустистость, длину колоса и урожайность зерна ярового ячменя в условиях северо-востока Республики Беларусь.

Основная часть

Исследования по оценке влияния орошения на рост и развитие ярового ячменя выполнялись на дерново-подзолистых почвах учебно-опытного поля БГСХА «Тушково-1», расположенного в северо-восточной части Республики Беларусь.

Агрохимические и водно-физические показатели почвы следующие: гумус – 1,48–1,66 %, pH – 5,70–5,80, содержание P₂O₅ – 203–320 мг/кг и K₂O – 251–423 мг/кг, И_{окульт} – 0,71–0,99, плотность сложения слоя 0–30 см – 1,37–1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость для аналогичного слоя – 22,63–23,82 %.

Объектом исследования выступал яровой ячмень сорта Страж 110. Норма высева ярового ячменя 3,8 млн шт. семян на 1 га, глубина заделки семян – 3 см, ширина междурядий – 15 см. Семена непосредственно перед посевом, были обработаны препаратом Виал-ТТ дозой 0,5 л/т. Помимо этого, нами было выполнена химическая обработка посевов препаратами Базагран-М (2 л/га) и Агритокс (1 л/га) [5, 6].

При закладке полевых опытов, была принята следующая схема:

1. Возделывание в естественных условиях (контроль).
2. Полив при снижении влажности почвы до 70 % от НВ (0,7НВ).
3. Полив при снижении влажности почвы до 80 % от НВ (0,8НВ).

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось дождевальными установками Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы определены исходя из водно-физических показателей почв и составили 20 мм и 30 мм для вариантов 0,8НВ и 0,7НВ соответственно [4].

Вегетационный период 2017 года характеризовался избытком атмосферных осадков (130 % от нормы) и небольшим недостатком тепла (98 % от нормы), что указывает на избыточную увлажненность (ГТК = 1,78). Несмотря на выявленный избыток атмосферных осадков, в течение вегетационного периода было выделено 5 единичных засушливых периодов (ЕЗП) общей продолжительностью в 73 дня. Они наблюдались с 17 по 30 мая, с 3 по 12 июня, с 15 по 28 июля, с 5 по 21 августа и с 16 сентября по 3 октября. В связи с этим на вариантах 0,7НВ и 0,8НВ было выполнено по 4 полива оросительной нормой 110 мм и 70 мм соответственно.

В отличие от 2017 года 2019 год является нормальным по увлажнению (ГТК = 1,49). Наиболее влагообеспеченной являлась третья декада июня, когда за 3 дня выпало 70,5 мм осадков. При комплексной оценке метеорологических условий нами выявлено 6 единичных засушливых периодов. Первый ЕЗП продлился 14 суток, начиная с 21 апреля. Второй период начался 12 мая, а 25 мая был установлен третий бездождливый период. Четвертый и пятый ЕЗП наблюдались в течение 11 и 15 суток, с 28 июля и 19 августа соответственно. Последний засушливый период был с 5 по 14 сентября. Несмотря это, в 2019 году на обоих вариантах с увлажнением было выполнено по 1 поливу ранее принятыми поливными нормами.

Орошение оказало положительное влияние на высоту растений и продуктивную кустистость травостоя. Наибольшая высота растений (70,42 см в 2017 году и 86,63 см в 2019 году) и продуктивная кустистость (100 % в 2017 году и 96 % в 2019 году) выявлена у растений, произрастающих в условиях варианта 0,8НВ. Несколько меньше эти показатели у растений варианта 0,7НВ. У растений контрольного варианта опыта отмечены наименьшие значения (табл. 1).

Таблица 1. Результаты оценки влияния орошения на яровой ячмень

Показатели	Вариант увлажнения								
	Контроль			0,8НВ			0,7НВ		
	2017	2019	Среднее	2017	2019	Среднее	2017	2019	Среднее
Средняя высота растений, см	64,92	61,98	63,45	70,42	86,63	78,53	69,78	65,22	67,50
Продуктивная кустистость, %	93,20	83,67	88,44	100,00	96,00	98,00	94,67	92,87	93,77
Средняя длина колоса, см	6,21	6,35	6,28	5,61	8,28	6,95	5,83	6,99	6,41
Среднее количество зерен в колосе, шт	18,38	16,85	17,62	16,10	21,65	18,88	16,60	17,56	17,08
Масса 1000 зерен, г	57,08	52,99	55,04	54,07	57,84	55,96	53,00	52,41	52,71
Урожайность зерна, т/га	4,77	2,45	3,61	5,02	4,70	4,86	4,89	3,98	4,44
Выход соломы, т/га	2,36	1,44	1,90	2,64	1,95	2,30	2,47	1,67	2,07
НСП ₀₅ для зерна	0,17	–	–	0,15	–	–	–	–	–
НСП ₀₅ для соломы	0,19	–	–	0,16	–	–	–	–	–

Положительное влияние орошения прослеживается и в развитии колоса ярового ячменя. Так, при возделывании ярового ячменя в условиях варианта 0,8НВ средняя длина колоса возрастает на 0,67 см до 6,95 см и на 0,13 см в условиях варианта 0,7НВ. Увеличение длины колоса оказывает прямое влияние и на количество зерна в нем. У посевов, произрастающих в естественных условиях, в 1 колосе в среднем содержится 17,62 шт зерен, в варианте 0,8НВ – 18,88 шт, а в варианте 0,7НВ – 17,08 шт. Полученные данные свидетельствуют о неблагоприятном влиянии условий варианта 0,7НВ на обсемененность растений ярового ячменя. Несмотря на все вышесказанное, орошение практически не повлияло на массу 1000 зерен, которая варьировала от 52,71 г у посевов варианта 0,7НВ до 55,97 г, отмеченных в варианте 0,8НВ.

В целом высокая продуктивная кустистость в совокупности с обсемененностью колоса оказали влияние на урожайность зерна и выход соломы у орошаемых посевов ярового ячменя. Максимальной прибавкой зерна (0,25–2,25 т/га) и соломы (0,28–0,51 т/га) от орошения характеризуются посевы, произрастающие в условиях варианта 0,8НВ. Посевы варианта 0,7НВ на протяжении всего периода исследований занимали промежуточную позицию. При этом следует отметить, что в 2017 году прибавка урожайности зерна и выхода соломы в варианте 0,7НВ была незначительна.

Помимо оценки влияния на урожайность зерна и соломы, нами было оценено влияние орошения на их биохимические показатели и кормовые качества, которые приведены в табл. 2. Из всей продукции, получаемой при возделывании ярового ячменя, наибольшей питательностью и кормовыми качествами обладает зерно. В нем содержится 7,13–9,54 % сырого протеина, 1,14–1,35 % сырого жира, 3,78–5,88 % сырой клетчатки, 82,80–85,36 % сырого БЭВ, 12,43–12,71 МДж/кг обменной энергии, 1,24–1,29 кормовых единиц и 1,25–1,27 энергетических кормовых единиц. Следует отметить, что наибольшее содержание сырого протеина (9,54 %), обменной энергии (12,71 МДж/кг), кормовых единиц (1,29 шт.) и энергетических кормовых единиц (1,27 шт.) выявлено у посевов, произрастающих в условиях варианта 0,8НВ. Наибольшее содержание сырой клетчатки (1,35 %) и сырого жира (5,88 %) установлено в варианте 0,7НВ, а сырого БЭВ (85,36 %) в контрольном варианте опыта.

Таблица 2. Кормовые качества зерна и соломы ярового ячменя

Вариант увлажнения	Год исследований	СП, %	СЖ, %	СК, %	СБЭВ, %	ОЭ, МДж/кг	С _{к.ед.}	ЭКЕ
Зерно								
Контроль	2017	6,92	1,00	3,76	86,27	12,56	1,26	1,26
	2019	7,34	1,69	4,73	84,44	12,60	1,27	1,26
	Среднее	7,13	1,35	4,25	85,36	12,58	1,27	1,26
0,8НВ	2017	8,52	1,19	3,16	84,88	12,71	1,29	1,27
	2019	10,55	1,08	4,40	82,29	12,70	1,29	1,27
	Среднее	9,54	1,14	3,78	83,59	12,71	1,29	1,27
0,7НВ	2017	7,68	1,16	4,24	84,97	12,57	1,26	1,26
	2019	8,54	1,54	7,52	80,63	12,29	1,21	1,23
	Среднее	8,11	1,35	5,88	82,80	12,43	1,24	1,25
Солома								
Контроль	2017	1,79	0,78	47,99	45,13	6,61	0,35	0,66
	2019	2,80	2,22	46,63	44,52	6,96	0,39	0,70
	Среднее	2,30	1,50	47,31	44,83	6,79	0,37	0,68
0,8НВ	2017	3,02	0,12	43,08	46,64	7,02	0,39	0,70
	2019	4,31	0,57	43,53	43,69	6,98	0,39	0,70
	Среднее	3,67	0,35	43,31	45,17	7,00	0,39	0,70
0,7НВ	2017	2,61	0,59	44,38	46,84	6,99	0,39	0,70
	2019	4,45	0,89	42,30	46,11	7,28	0,42	0,73
	Среднее	3,53	0,74	43,34	46,48	7,14	0,41	0,72

В отличие от зерна, солома ярового ячменя обладает меньшей питательностью и кормовыми качествами. В ней содержится 2,30–3,67 % сырого протеина, 0,35–1,59 % сырого жира, 43,32–47,31 % сырой клетчатки, 44,83–46,48 % сырого БЭВ, 6,79–7,14 МДж/га обменной энергии, 0,37–0,41 кормовых единиц и 0,68–0,72 энергетических кормовых единиц. При этом максимальной питательностью характеризуется солома, заготовленная в условиях варианта 0,7НВ.

Полученные в ходе эксперимента данные не позволяют дать однозначного ответа о преимуществах одного из предложенных режимов орошения. В связи с этим, нами была выполнена оценка экономико-энергетической эффективности возделывания ярового ячменя в условиях орошения (табл. 3).

Таблица 3. Экономико-энергетическая эффективность орошения ярового ячменя в среднем за 2017–2019 гг.

Показатель	Вариант увлажнения		
	Контроль	80 % НВ	70 % НВ
Энергетическая эффективность возделывания			
Выход кормовых единиц, тыс. к. ед.	5,32	7,31	6,45
Выход обменной энергии, ГДж/га	58,09	78,53	70,36
Затраты энергии, ГДж/га	17,21	19,49	19,15
Удельные затраты энергии, МДж на 1 ГДж/га ОЭ	314,00	248,00	273,00
АК (по обменной энергии)	3,31	4,03	3,67
Экономическая эффективность возделывания			
Производственные затраты, руб./га	541,37	763,27	759,77
Чистый доход, руб./га	607,16	733,43	628,23
Рентабельность, %	102,23	95,05	81,53

В ходе анализа полученных данных нами установлено, что суммарные затраты энергии при возделывании ярового ячменя варьируют от 17,21 ГДж/га, отмеченных на контрольном варианте опыта, до максимальных 19,49 ГДж/га – в варианте 80 % НВ. При этом, регулирование почвенных влагозапасов орошением повысило обеспеченность ярового ячменя обменной энергией с 58,09 ГДж/га до 70,36 ГДж/га в варианте 0,7НВ и 78,53 ГДж/га в варианте 0,8НВ и снизило удельные затраты энергии с 314 МДж на 1 ГДж/га ОЭ до 248 МДж на 1 ГДж/га ОЭ. Наибольший агроэнергетический коэффициент выявлен на варианте 0,8НВ (4,03), что указывает на высокую энергетическую эффективность возделывания ярового ячменя в условиях орошения.

При оценке экономической эффективности нами было установлено, что возделывание ярового ячменя с применением орошения приводит к росту производственных затрат с 541,37 руб/га до 759,77 руб/га в условиях варианта 0,7НВ и 763,27 руб/га в условиях варианта 0,8НВ. Однако, темпы роста чистого дохода при орошении были значительно ниже темпов роста производственных затрат и по этой причине орошаемые посевы ярового ячменя характеризовались меньшей рентабельностью (102,23 % в контрольном варианте опыта и 81,53–95,05 % при орошении), что указывает на низкую экономическую эффективность орошения.

Заключение

Полевые наблюдения за ростом и развитием ярового ячменя позволили установить, что максимальной высотой растений (70,42–86,63 см), продуктивной кустистостью (96–100 %), средней длиной колоса (5,61–8,28 см), средним количеством зерна в колосе (16,1–21,65 шт), массой 1000 зерен (54,04–57,84 г), урожайностью зерна (4,7–5,02 т/га) и выходом соломы (1,95–2,64 т/га) характеризовались посевы возделываемые в водно-воздушных условиях варианта 0,8НВ.

Орошение посевов ярового ячменя оказало непосредственное влияние и на кормовые качества зерна и соломы. Так, в условиях варианта 0,8НВ отмечалась максимальная обеспеченность зерна сырыми питательными веществами (содержание сырого протеина в среднем за 2017–2019 гг. достигало 9,54 %, сырого жира – 1,14 %, сырой клетчатки – 3,78 % сырого БЭВ – 83,59 %), что в свою очередь повышало его кормовые качества (в 1 к зерна выявлено 1,29 кормовых единиц и 1,27 энергетических кормовых единиц).

Солома ярового ячменя обладает меньшей питательностью и кормовыми качествами, а самые высокие показатели (в 1 сухого вещества соломы содержание кормовых единиц составило 0,41 и энергетических кормовых единиц 0,72) установлены в условиях варианта 0,7НВ.

Выполненные нами исследования позволили установить, что энергетически эффективным является возделывание ярового ячменя в условиях варианта 0,8НВ (АК = 4,03), что даст возможность снизить удельные затраты энергии на 66 МДж на 1 ГДж/га ОЭ и повысит выход обменной энергией на 20,44 ГДж/га. С экономической точки зрения, орошение ярового ячменя является нецелесообразным, так как рентабельность посевов, возделываемых в естественных условиях, превышает аналогичный показатель орошаемых посевов на 7,18–20,7 %.

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февраля 2021 г., № 59 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

2. Растениеводство / Г. С. Посыпанов и др.; под ред. Г. С. Посыпанова. – М.: Колос, 2007. – 612 с.

3. Князева А. П., Мастеров А. С. Влияние биологических препаратов на урожайность ярового ячменя // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 90–93.

4. Лихацевич А. П., Голченко М. Г., Михайлов Г. И. Сельскохозяйственные мелиорации; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.

5. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа и др.; под ред. К. В. Коледа, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.

6. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учеб.-метод. пособие / Т. А. Непарко и др. – Минск: БГАТУ, 2009. – 140 с.