

**РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ПАЙЗЫ И ЕЕ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**В.И. Желязко**, доктор сельскохозяйственных наук

**В.М. Лукашевич**, ассистент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

г. Горки, Беларусь

**Ключевые слова:** пайза, дождевание, режим орошения, урожайность, экономическая эффективность

**Введение**

Укрепление кормовой базы Республики Беларусь за счет однолетних высокопродуктивных культур с биохимическим составом, близким к физиологическим потребностям животных, интродукция и расширение ассортимента кормовых культур являются перспективными направлениями кормопроизводства. При этом большую роль играет подбор культур, которые должны обладать короткими периодами вегетации и ценными морфологическими признаками и свойствами растений [1]. Поэтому в рамках «Государственной программы устойчивого развития села на 2011-2015 гг.» планируется увеличить посевы однолетних культур, в том числе в поукосных, пожнивных и других промежуточных посевах, до 400 тыс. гектаров [2].

Одним из перспективных видов однолетних трав, которые при наименьших затратах дают высокий урожай качественных кормов является пайза (японское просо). Пайза обладает достаточно высокими кормовыми достоинствами. Зеленая масса этой культуры содержит 12-13 % сырого протеина, до 3 % жира и до 11 % сахара. Содержание сухого вещества – 28-32 %. В 100 кг зерна пайзы - 92,7 к.ед. и 10,5 кг перевариваемого протеина; а в 100 кг зеленой массы – 12-13 к.ед. и 1,5-1,6 кг перевариваемого протеина. После скашивания или раннего стравливания пайза хорошо отрастает и в течение вегетационного периода может сформировать от 2 до 4 укосов, особенно при достаточном количестве влаги и суммы активных температур. Данная культура способна сформировать урожай зеленой массы до 1000 ц/га, сбор сухого вещества до 126 ц/га, зерна (семян) – до 40 ц/га, сена – до 140 ц/га [3].

Так как территория Республики Беларусь в климатическом отношении характеризуется неустойчивым режимом естественного увлажнения [4], то исследования по орошению пайзы представляют практический интерес.

**Основная часть**

Полевые опыты по программе исследований были проведены в 2012–2014 гг. на опытном орошаемом поле УО БГСХА «Тушково-1» Горецкого района Могилевской области

ти. Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми суглинистыми почвами нормального естественного увлажнения. Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без орошения); 2 – орошение пайзы при снижении предполивной влажности до уровня 60 % НВ; 3 – орошение пайзы при снижении предполивной влажности до уровня 70 % НВ; 4 – орошение пайзы при снижении предполивной влажности до уровня 80 % НВ.

Опытный участок, на котором были размещены учетные делянки орошали дождевальными машинами Bauer «Rainstar T-61». Сроки полива устанавливали по мере снижения влажности в расчетном слое почвы до нижнего предполивно-го предела согласно вариантам опыта. Контроль за нормой полива осуществляли при помощи дождемеров. Влажность почвы определяли термостатно-весовым способом [5].

Учет урожайности определяли методом сплошной уборки учетных делянок. Технология возделывания пайзы была общепринятая для Республики Беларусь [6].

Климатические условия за период исследований характеризуются значительными колебаниями осадков, температуры и дефицита влажности воздуха (табл. 1).

**Таблица 1 – Отклонение основных метеорологических показателей вегетационных периодов от нормы (%) за период исследований**

Годы исследований	Осадки		Суммы среднесуточных температур		Суммы дефицитов влажности воздуха		ГТК (за теплый период)
	мм	% от нормы	°С	% от нормы	мб	% от нормы	
2012	323,1	98	2140,5	107	673	88	1,7
2013	283,3	86	2261,3	108	662	82	1,1
2014	338,8	100	2338,6	106	793	92	1,3

Анализ табл. 1 показывает, что период исследований охватывал различные годы по тепловлагообеспеченности: 2012 г – избыточно увлажненный по осадкам и средний по температуре воздуха; 2013 г – слабозасушливый близкий к засушливому и теплый; 2014 г – оптимальный по увлажнению и теплый по теплообеспеченности. В целом природно-климатические условия района исследования являются типичными, что позволяет распространить результаты исследований на всю территорию северо-восточной зоны Республики Беларусь.

Как показали данные наблюдений, в 2012 году на начало вегетационного периода значения влагозапасов в слое 0-50 см составили 79 % НВ. Это, в свою очередь, потребовало проведение первого полива нормой 150 м<sup>3</sup>/га (25.05.2012) в варианте 4, где по условиям опыта нижний предел регулирования влажности составляет 80 % НВ. Выпавшие

после полива осадки привели к появлению дружных всходов в данном варианте. В июне месяце выпало 40 % атмосферных осадков всего вегетационного периода, именно в этот месяц наблюдалось избыточное увлажнение во всех четырех вариантах опыта.

Июль месяц и первая декада августа были относительно теплыми и среднесуточная температура воздуха составила 19,4 °С. При достаточном количестве тепла и небольших (менее 5 мм) осадках в этот период наблюдали сразу два засушливых периода (первый с 30.06.12 по 17.07.12; второй с 21.07.12 по 31.07.12), которые привели к снижению влагозапасов до 58 % НВ в контрольном варианте и до 61 % НВ, 65 % НВ и 77 % НВ соответственно во втором, третьем и четвертом.

Именно в это время были произведены основные поливы. Так в варианте 2 был проведен 1 полив нормой 250 м<sup>3</sup>/га (31.07.12), в варианте 3 – 2 полива каждый поливной нормой 250 м<sup>3</sup>/га (11.07.12; 02.08.12), в варианте 4 – 2 полива поливными нормами по 250 м<sup>3</sup>/га (11.07.12; 31.07.12).

Еще один засушливый период наблюдали с третьей декады августа до середины первой декады сентября (за 10 дней не выпало осадков). Середину августа, а также вторую и третью декады сентября можно отнести к периоду с достаточно равномерным распределением атмосферных осадков и температуры, что хорошо сказалось на росте и развитии пайзы. В этот период влажность почвы находилась в оптимальных пределах по вариантам опытов (62–98 % НВ). В варианте с естественным увлажнением влажность почвы за период вегетации варьировала от 58 до 103 % НВ.

Метеорологические условия 2013 года были в целом благоприятны для роста и развития растений пайзы, значения гидротермического коэффициента составили 1,1, что соответствует умеренному температурному режиму, и недостаточной влагообеспеченности. В варианте с естественным увлажнением влажность почвы за период вегетации опускалась до 39 % НВ, что в значительной мере повлияло на рост и развитие культуры.

В 2013 году наблюдались высокие среднесуточные температуры. Осадки выпадали равномерно. Достаточно прогретая и увлажненная почва в мае способствовала быстрому появлению всходов. Влажность почвы при этом колебалась в пределах от 84 % НВ до 107 % НВ. В июне наблюдали первый бездождный период длительностью 12 дней (с 16.06.13 по 27.06.13). Максимальная температура воздуха при этом доходила до 29 °С, а гидротермический коэффициент по декадам варьировал от 0,4 до 1,6. В результате влажность почвы снизилась до 70 % НВ в третьем варианте, 81 % НВ – четвертом. Поэтому в соответствующих вариантах опыта были проведены поливы. А именно в вариантах 3 и 4 были проведены поливы нормами 300 м<sup>3</sup>/га (26.06.13 для 70 % НВ; 20.06.13 для 80 % НВ).

Июль месяц характеризовался достаточно равномерным выпадением осадков. Однако для поддержания влажности почвы в принятых пределах 19.07.13 провели полив нормой 300 м<sup>3</sup>/га в четвертом варианте, так как влажность почвы опустилась ниже предполивного уровня требуемого по условиям опыта. Самый продолжительный период атмо-

сферной засухи 29 дней зафиксирован с третьей декады июля и до третьей декады августа (с 25.07.13 по 22.08.13). Среднесуточные температуры в это время колебались от 15,2 °С до 22,9 °С, что и привело к резкому снижению влажности почвы во всех вариантах. В первом варианте (без орошения) она снизилась до 39 % НВ; втором – 64 % НВ; третьем и четвертом – 77 % НВ и 79 % НВ соответственно. Поэтому за 2 декады августа поливы были проведены во всех вариантах опытов (кроме контроля). В варианте 2 был проведен полив нормой 500 м<sup>3</sup>/га (09.08.13), выдача поливной нормы которого осуществлялась за два раза (нормами 250 м<sup>3</sup>/га) для того чтобы не образовывался поверхностный сток. В варианте 3 было проведено два полива нормами 350 м<sup>3</sup>/га и 150 м<sup>3</sup>/га (09.08.13; 22.08.13), в варианте 4 – два полива нормами 250 м<sup>3</sup>/га и 150 м<sup>3</sup>/га (09.08.13; 22.08.13). Последовавшее выпадение осадков в конце августа и сентябре способствовало поддержанию влажности в оптимальных пределах до конца вегетационного периода. При этом заметно снизились среднесуточные температуры воздуха 10,4–14,9 °С. Влажность почвы в этот период во всех вариантах опыта не опускалась ниже НВ.

В начале вегетационного периода 2014 года влагозапасы почвы опустились до 80 % НВ. Необходимости в проведении полива не было, так как сразу же выпали обильные осадки. Невысокие среднесуточные температуры воздуха в июне месяце значительно повлияли на водопотребление растений и, как следствие, на влажность почвы. Несмотря на то, что ГТК в июне месяце в среднем составил 0,7, а за первые две декады выпало всего 16 мм осадков, полив нормой 200 м<sup>3</sup>/га был проведен только в четвертом варианте (19.06.14).

В июле влажность почвы в четвертом варианте опустилась до уровня 81 % НВ, а во втором и третьем – до 70 % НВ. Поэтому были проведены увлажнительные поливы: в варианте 2 нормой 150 м<sup>3</sup>/га (11.07.14), в варианте 3 – 200 м<sup>3</sup>/га (11.07.14), в варианте 4 – 150 м<sup>3</sup>/га (11.07.14). С третьей декады июля по вторую декаду августа наблюдается бездождный период (с 22.07.14 по 13.08.14), в результате чего влажность почвы снизилась до нижних порогов предполивного уровня. Влажность почвы варьировала от 65 до 84 % НВ по вариантам опытов. Поэтому были проведены поливы сразу на трех вариантах с орошением: в варианте 2 нормой полива 200 м<sup>3</sup>/га (14.08.14), в варианте 3 – 300 м<sup>3</sup>/га (11.08.14), в варианте 4 – 300 м<sup>3</sup>/га и 250 м<sup>3</sup>/га (05.08.14; 14.08.14).

Третья декада августа характеризовалась избыточным увлажнением. Влажность почвы достигала 122 % НВ. Второй бездождный период пришелся на первую и вторую декаду сентября (с 02.09.14 по 22.09.14). Однако низкие среднесуточные температуры воздуха сентября и избыточное увлажнение третьей декады августа (ГТК 4,3; 65 мм – осадков) оказали влияние на водный режим почвы (влажность почвы не опускалась ниже 80 % НВ), поэтому до конца вегетации поливы не потребовались. Режим орошения пайзы за период исследований приведен в табл. 2.

Анализ табл. 2 показывает, что возделывание пайзы на северо-востоке Беларуси в

Таблица 2 – Режим орошения пайзы за период исследований (2012-2014 гг.)

Вариант	Номер полива	Дата полива	Норма полива, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
<b>2012 год</b>				
60 % НВ	1	31.07.2012	250	250
70 % НВ	1	11.07.2012	250	500
	2	02.08.2012	250	
80 % НВ	1	25.05.2012	150	650
	2	11.07.2012	250	
	3	31.07.2012	250	
<b>2013 год</b>				
60 % НВ	1	09.08.2013	500	500
70 % НВ	1	26.06.2013	300	800
	2	09.08.2013	350	
	3	22.08.2013	150	
80 % НВ	1	20.06.2013	300	1000
	2	19.07.2013	300	
	3	09.08.2013	250	
	4	22.08.2013	150	
<b>2014 год</b>				
60 % НВ	1	11.07.2014	150	350
	2	14.08.2014	200	
70 % НВ	1	11.07.2014	200	500
	2	11.08.2014	300	
80 % НВ	1	19.06.2014	200	900
	2	11.07.2014	150	
	3	05.08.2014	300	
	4	14.08.2014	250	

разные по погодным условиям годы исследований требуют в той или иной степени оптимизации условий влагообеспеченности растений. Наибольший дефицит влаги наблюдали во все годы в середине вегетационного периода. На этот период приходится основная часть проведенных поливов.

Результаты полевых опытов по водопотреблению и режиму орошения пайзы стали основой для расчета нормативов проектного режима орошения данной культуры. Для определения норм орошения для лет различной обеспеченности были проведены расчеты по 6 метеостанциям, расположенным в северной гидролого-климатической зоне Беларуси. В основу расчета положен расчет водного баланса и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях оросительных мелиораций. Для получения обеспеченных параметров режима орошения расчеты проводились по длительным рядам прошлых лет. Продолжительность ряда составила 65 лет. В виду большой трудоемкости расчетов, данные были обработаны с применением ПЭВМ. Сотрудниками кафедры мелиора-

ции и водного хозяйства УО «БГСХА» был разработан алгоритм и программа расчета проектного режима орошения сельскохозяйственных культур на ПЭВМ [7].

Результаты расчета режима орошения пайзы от обеспеченности для северо-восточной части Республики Беларусь представлены в табл. 3.

**Таблица 3 – Оросительные нормы и минимальные межполивные интервалы пайзы от обеспеченности для северо-восточной части Республики Беларусь**

ВАРИАНТ	ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, %			
	50	25	10	5
80 % НВ	<u>75</u>	<u>134</u>	<u>185</u>	<u>214</u>
	15	8	7	6
70 % НВ	<u>68</u>	<u>125</u>	<u>185</u>	<u>212</u>
	48	18	11	8
60 % НВ	<u>67</u>	<u>124</u>	<u>183</u>	<u>212</u>
	-	40	17	14

Примечание – в числителе оросительные нормы, мм; в знаменателе минимальные межполивные интервалы, сут.

Анализ полученных данных свидетельствует о значительной изменчивости параметров проектного режима орошения пайзы в зависимости от изучаемых факторов. Так минимальный межполивной интервал равняется 6 дней для года 5 % обеспеченности (вариант с нижним порогом влажности 80 % НВ). Для среднееголетнего года (50 %) того же варианта минимальный межполивной интервал составляет 15 дней, а оросительная норма 75 мм. Полученные оросительные нормы и минимальные межполивные интервалы пайзы для северо-восточной части Республики Беларусь совпадают с опытными данными результатов исследований.

Полевые опыты показали, что наиболее оптимальным водным режимом почвы, обуславливающим получение высоких и устойчивых урожаев пайзы, является водный режим с нижним порогом предполивной влажности 80 % НВ (табл. 4 и 5).

**Таблица 4 – Прибавка урожайности сухого вещества пайзы от увлажнения почвы в среднем за период исследований (2012-2014 гг.)**

Варианты	Увлажнение	Урожайность сухого вещества, ц/га	Прибавка урожая по сравнению с контролем	
			ц/га	%
1. контроль	естественное	103,8	-	-
2. предполивной порог влажности 60% НВ	естественное + орошение нормой 370 м <sup>3</sup> /га	123,4	+ 19,6	18,9
3. предполивной порог влажности 70% НВ	естественное + орошение нормой 600 м <sup>3</sup> /га	148,9	+ 45,1	43,4
4. предполивной порог влажности 80% НВ	естественное + орошение нормой 850 м <sup>3</sup> /га	195,7	+ 91,9	88,5

В среднем, за три года прибавка урожая в сухом веществе по сравнению с контролем во втором варианте составила 18,9 %, 43,4 % – в третьем, 88,5 % – в четвертом.

**Таблица 5 – Прибавка урожайности зерна пайзы от увлажнения почвы в среднем за период исследований (2012-2014 гг.)**

Варианты	Увлажнение	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая по сравнению с контролем	
			ц/га	%
1.Контроль	естественное	25,1	-	-
2.Предполивной порог влажности 60% НВ	естественное + орошение нормой 370 м <sup>3</sup> /га	27,9	+ 2,8	11,2
3.Предполивной порог влажности 70% НВ	естественное + орошение нормой 600 м <sup>3</sup> /га	34,0	+ 8,9	35,5
4.Предполивной порог влажности 80% НВ	естественное + орошение нормой 850 м <sup>3</sup> /га	40,1	+ 15,0	59,8

Прибавка урожая при возделывании на зерно составила соответственно 11,2 %, 35,5 %, 59,8 %.

На основании полученной урожайности и производственных затрат, рассчитанных по технологическим картам возделывания пайзы, с учетом затрат на дождевание, была рассчитана экономическая эффективность орошения данной культуры. Результаты расчетов экономической эффективности дождевания пайзы приведены в табл. 6 и 7.

**Таблица 6 – Средняя эффективность дождевания пайзы при возделывании на сухую массу**

Показатели	Варианты			
	контроль	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Выход т. к. ед./га	5,0	6,7	8,6	10,9
Себестоимость, млн. бел. руб./га	5,0	5,6	6,1	6,6
Себестоимость, 1 т. к. ед. млн. бел. руб.	1,0	0,8	0,7	0,6
Чистый доход, млн. бел. руб./га	0,8	1,9	3,6	5,8
Рентабельность, %	16,1	34,7	59,8	89,3

**Таблица 7 – Средняя эффективность дождевания пайзы при возделывании на зерно**

Показатели	Варианты			
	контроль	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Выход т.к.ед./га	2,68	3,0	4,1	4,84
Себестоимость, млн. бел. руб./га	5,3	5,7	6,5	7,0
Себестоимость, 1 т. к. ед. млн. бел. руб.	2,0	1,9	1,6	1,4
Чистый доход, млн. бел. руб./га	5,3	5,6	7,8	9,9
Рентабельность, %	100,2	108,8	121,2	142,2

Из табл. 6 и 7 видно, что при дождевании пайзы при возделывании на сухую массу рентабельность в вариантах с орошением по сравнению с контролем во втором варианте возрастает на 18,6 %; в варианте 3 – на 43,7 %; в варианте 4 – на 73,2 %. Также в результате расчетов установлено, что в варианте 2 при возделывании на зерно рентабельность увеличивается на 8,6 % от контроля, в варианте 3 – на 21 %, в варианте 4 – на 42 %.

### **Выводы**

1. На основании полевых исследований разработаны нормативы проектного режима орошения пайзы на дерново-подзолистых суглинистых почвах северо-восточной части Республики Беларусь. Определены проектные оросительные нормы и минимальные межполивные интервалы пайзы для разных по влагообеспеченности годам.

2. Наиболее оптимальным водным режимом почвы, обуславливающим получение высоких и устойчивых урожаев пайзы, является водный режим с нижним порогом предполивной влажности 80 % НВ.

В среднем, за три года прибавка урожая от дождевания пайзы по сравнению с контролем в сухом веществе составила 18,9 %, 43,4 %, 88,5 % для 2,3,4 вариантов соответственно. А для зерна – соответственно 11,2 %, 35,5 %, 59,8 %.

3. Установлено, что в результате орошения данной культуры и в зависимости от целей ее возделывания (сухая масса, зерно), можно получить прибавку чистого дохода до 5,0 млн. бел. руб. при сенокосном использовании, и до 4,6 млн. бел. руб. при возделывании на зерно. Полученные результаты исследований прошли производственную проверку и внедрение в ОАО «Горецкое». Экономический эффект при этом составил 10,0 млн. руб. в расчете на 1 га.

### **Библиографический список**

1. Кукреш, Л.В. Инновационные технологии – основа развития АПК / Л.В. Кукреш, П.П. Казакевич // Научно-инновационная деятельность в АПК: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Мн.: УО «БГАТУ», 2010. – С. 14-22.
2. Государственная программа устойчивого развития села на 2011-2015 гг. указ Президента Республики Беларусь 01.08.2011 № 342. – Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2011. – 88 с.
3. Шлапунов, В.Н. Нетрадиционные и малораспространенные культуры / В.Н. Шлапунов, Т.Н. Лукашевич // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия: материалы Междунар. конф. В 2-х т. Т.1. – Земледелие и растениеводство / под общ. ред. М.А. Кадырова. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2004. – С. 194–197.
4. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011–2015 гг. утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 31.08.2010 № 1262. – Минск, 2010. – 20 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // – Москва: Колос, 1985. – 352с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отр. регл. / Нац. акад. наук Беларус., НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 469 с.
7. Вихров, В.И. Ретроспективные расчеты водного баланса почв и неблагоприятных явлений с приме-

нением ПЭВМ: лекция / В.И. Вихров // Расчет элементов водного баланса и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях естественного водного режима почв. – Горки: БГСХА, 2006. – Ч.1. – 28 с.

**Summary**

*V. Zhelyazko, V. Lukashevich*

**IRRIGATION REGIME OF ECHINOCHLOA FRUMENTACEAE AND ITS ECONOMIC EFFICIENCY IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

Standards for project irrigation regime were developed on sod-podzolic loamy soils in the north-eastern part of the Republic of Belarus on the experimental basis. Project irrigation norms and minimum inter-irrigation intervals were determined for *Echinochloa frumentaceae* in the years of different moisture supply. Optimal water regime is defined for cultivation of that crop on sod-podzolic loamy soils. The economic efficiency of *Echinochloa frumentaceae* was estimated as well.

*Поступила 15. 10.2015*