Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 633.162

Урожайность зерна пивоваренных сортов ярового ячменя в зависимости от уровня минерального питания в условиях Костромской области

Головкова Т.В., Болнова С.В., Добрецов И.В.

Костромская ГСХА

Аннотация

В условиях полевого опыта на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Костромской области были проведены исследования по изучению доз удобрений и сортов ярового ячменя в период 2020-2022 гг. Установлены оптимальные дозы удобрения для использования ячменя на пивоваренные цели и для использования на корм. Схема опыта включала фактор А – сорта ярового ячменя (Владимир, Калькюль, Лаурика); фактор В – дозы удобрений (без удобрений; $N_{30}P_{30}K_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{120}$). Урожайность сортов на естественном плодородии варьировала в диапазоне 2,14-2,36 т/га, но наибольшей пластичностью по отношению к метеорологическим условиям отличался сорт Владимир. Если планируется использование ячменя на пивоваренные цели, то рекомендуемая доза удобрений составляет $N_{30}P_{30}K_{60}$ и содержание белка при это находилось на уровне 11,01-12,0 %. Удвоение дозы удобрений ($N_{60}P_{60}K_{120}$) повышает урожайность 59,1-85,5 % по сравнению с контролем, содержание белка увеличивается до 12,0-12,97 %, данное зерно можно рекомендовать использовать на пищевые и кормовые цели.

Ключевые слова: ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ, УРОЖАЙНОСТЬ, СТРУКТУРА УРОЖАЯ, БЕЛОК, УДОБРЕНИЯ

Введение

Яровой ячмень (Hordeum vulgare L.) – одна из основных зернофуражных и крупяных культур в России. Зерно двурядных сортов ячменя – лучшее сырье для пивоварения. Среди ранних яровых ячмень является самой засухоустойчивой культурой. Ячмень предъявляет высокие требования к плодородию почвы, условиям питания и положительно отзывается на удобрения [1-3].

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Урожайность ячменя в зависимости от почвенно-климатических условий и применяемых технологий выращивания может составлять от 0,5 до 8,5 т/га, и составляет в среднем 2,6 т/га [2, 3].

Основу пашни Костромской области составляют дерново-подзолистые почвы. Для них характерно низкое содержание гумуса (1,9 %), высокая кислотность (5,2 pH_{KCl}), среднее содержание обменного калия (96 мг/кг) и подвижного фосфора (103 мг/кг) [4].

Целевое использование зерна ячменя ограничивает возможности использования минеральных удобрений, в частности азотных, так как использование высоких доз азота может привести к увеличению белка в зерне. Зерно ячменя с содержанием белка более 12% не дает возможности использования его на пивоваренные цели.

Цель исследования определить влияние удобрений на формирование урожайности зерна сортов ярового ячменя и содержание белка в зерне в зависимости от применяемых доз удобрений в условиях Костромской области.

Для достижения поставленной цели были сформированы задачи:

– изучить элементы структуры урожая и урожайность сортов ярового ячменя в зависимости от применяемых удобрений;

– определить содержание белка в зерне ячменя изучаемых сортов и в зависимости от доз удобрений.

Материалы и методика исследований

Опыт проводился в полевом севообороте на базе опытного поля ФГБОУ ВО Костромской ГСХА в период 2020-2022 гг. Схема двухфакторного опыта включала изучение следующих вариантов: фактор А – сорта ярового ячменя (Владимир, Калькюль, Лаурика); фактор В – дозы удобрений (без удобрений; $N_{30}P_{30}K_{60}$; $N_{60}P_{60}K_{120}$). Расположение вариантов в опыте систематическое. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, средней степени окультуренности, глубина пахотного горизонта 22 см, содержание гумуса 2,05 %, pH_{KCl} 5,2, содержание подвижного фосфора (P_2O_5) 115,0 мг/кг, обменного калия (K_2O) 105,0 мг/кг почвы. Учетная площадь делянки 6 м^2, повторность трехкратная. Предшественник - озимая рожь. Минеральные удобрения использовали

рекомендованные для пивоваренного ячменя кальциевую селитру, суперфосфат двойной и сернокислый калий в дозах, указанных в схеме опыта.

Учет урожайности проводили сплошным методом, поделяночно. Урожайные данные обработали методом дисперсионного анализа по методике Доспехова Б.А. (1985) [5]. Учеты и наблюдения проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6].

Результаты исследований

Величина урожая сельскохозяйственной культуры напрямую зависит от погодных условий вегетационного периода. В 2020 году вегетационный период возделывания ярового ячменя характеризовался холодной и сырой погодой в начале вегетации, затем непродолжительной засухой в течение июня, данные условия не способствовали формированию высокой урожайности ячменя. Погодные условия 2021 года значительно отличались от предыдущего периода, в течение июня и июля наблюдалась продолжительная засуха, среднесуточные значения температур на 2-3 ^{0}С были выше средних многолетних значений. В 2022 году сложились благоприятные условия для формирования урожая зерновых культур, количество осадков и температуры воздуха в течение всего вегетационного периода были на уровне средних многолетних значений. Различи в погодных условиях позволили более полно раскрыть потенциал урожайности зерна изученных сортов ячменя.

Высота растений служит одним из показателей, характеризующих сорт и его урожайность в конкретных почвенно-климатических условиях. Высота растений на момент уборки урожая в среднем за три года по сорту Владимир составила 56,03-78,61 см в зависимости от дозы удобрений. У сортов Калькюль и Лаурика высота растений по всем дозам удобрений была ниже чем у сорта Владимир на 12-35%. Высота растений сорта Калькюль на момент уборки урожая находилась на уровне 49,23-55,97 см, у сорта Лаурика 44,71-56,11 см. Изменение высоты растений обусловлено сортовыми особенностями растений.

На урожайность зерна в эксперименте оказали влияние не только метеорологические условия, но и выбранные сорта и удобрения в запланированных дозах (табл. 1).

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Таблица 1. Урожайность зерна сортов ярового ячменя в зависимости от уровня минерального питания, 2020-2022 гг., т/га

Сорт (фактор А)	Дозы удобрений (фактор В)	Годы исследований			В среднем за три года	Прибавка урожайности
		2020	2021	2022		
Владимир	Без удобрений	3,59	1,35	2,15	2,36	–
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	3,65	2,13	3,12	2,97	+0,61
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	4,56	3,29	4,02	3,96	+1,60
Калькюль	Без удобрений	2,85	1,67	1,91	2,14	–
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	3,20	2,01	3,36	2,86	+0,72
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	4,40	3,44	4,07	3,97	+1,83
Лаурика	Без удобрений	2,64	1,39	2,71	2,25	–
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	2,80	1,98	3,01	2,60	+0,35
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	2,68	2,66	5,39	3,58	+1,33
$НСР_{05}$ (фактор А)		2,02	1,74	2,69	–	–
$НСР_{05}$ (фактор В и АВ)		2,02	1,74	2,69	–	–
$НСР_{05}$ (частных различий)		1,17	1,00	1,55	–	–

Во все годы исследований лучшей урожайностью (в вариантах без применения удобрений) характеризовался сорт Владимир. По данному сорту урожайность в среднем за три года составила 2,36 т/га, что превышало сорт Калькюль на 9,3 %, сорт Лаурика на 4,7%. Существенных различий по урожайности между сортами в вариантах без использования удобрений не выявлено, но отечественный сорт Владимир оказался более устойчив к неблагоприятным метеорологическим условиям, чем сорта Калькюль и Лаурика.

Наиболее отзывчивым на удобрения оказался сорт Калькюль, в среднем за три года прибавка урожайности по отношению к контролю составила 0,72, 1,83 т/га в зависимости от дозы удобрений. Внесение дозы удобрений $N_{30}P_{30}K_{60}$ повысило урожайность ячменя по сравнению с контролем (без удобрений) на 15,5-33,6 % в зависимости от сорта. Доза удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ существенно повысила урожайность ячменя на 59,1-85,5 % по сравнению с вариантом без удобрений на соответствующем сорте.

Повышение урожайности ячменя по вариантам опыта произошло за счет разных элементов структуры урожая. Так следует отметить, что сорта изначально в вариантах без использования удобрений формируют урожайность по-разному. У сорта Владимир урожайность формируется за счет массы 1000 семян, у сортов Калькюль и Лаурика за счет длины колоса и числа зерен в колосе.

При внесении удобрений по всем трем изученным в опыте сортам четко прослеживается тенденция, что использование дозы удобрений $N_{30}P_{30}K_{60}$ привело к

увеличению длины колоса на 0,35-1,83 см, числа зерен в колосе на 0,19-0,44 шт., массы зерна в колосе на 0,03-0,11 г. При внесении дозы удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ повышение урожайности по всем рассматриваемым сортам происходит за счет увеличения массы 1000 семян на 3,23-6,14 г., увеличения массы зерна в колосе на 0,08-0,41 г., но длина колоса при этом не увеличивается, а в некоторых случаях даже снижается (табл. 2).

Таблица 2. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя, в среднем за три года

Сорт (фактор А)	Дозы удобрений (фактор В)	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 семян, г
Владимир	Без удобрений	6,89	19,27	0,84	49,69
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	8,72	19,08	0,87	46,77
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	6,94	20,60	0,94	52,92
Калькюль	Без удобрений	6,87	19,20	0,81	40,26
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	7,23	19,64	0,86	43,56
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	6,89	19,83	0,89	48,07
Лаурика	Без удобрений	7,28	17,92	0,80	43,24
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	7,63	18,11	0,91	43,00
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	6,95	19,23	1,21	49,38

По результатам трехлетних наблюдений установлено, что в условиях Костромской области на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах на содержание белка в зерне ярового ячменя значительное влияние оказывают погодные условия, а также вносимые удобрения (табл. 3).

Таблица 3. Содержание белка в зерне ярового ячменя, % на абсолютно сухую массу

Сорт (фактор А)	Дозы удобрений (фактор В)	Годы исследований			В среднем за три года
		2020	2021	2022	
Владимир	Без удобрений	11,63	14,74	10,50	12,29
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	11,91	14,62	10,87	12,47
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	12,04	14,99	11,88	12,97
Калькюль	Без удобрений	10,31	13,92	8,75	10,99
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	11,77	14,29	9,06	11,71
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	12,00	14,53	9,69	12,07
Лаурика	Без удобрений	11,48	14,13	8,81	11,47
	$N_{30}P_{30}K_{60}$	11,44	14,92	9,81	12,06
	$N_{60}P_{60}K_{120}$	12,18	15,29	10,25	12,57

В 2020 году (условия избыточного увлажнения и пониженные температуры) содержание белка в зерне находилось на уровне 10,31-11,63 %, в 2021 году (условия недостаточного увлажнения и повышенные температуры) содержание белка превышало допустимые значения для пивоваренных ячменей (12%) в среднем на 2,13-2,74 %.

Синтез полипептидов запасных белков начинается в конце фазы формирования зерна (фаза молочной спелости) за счет оттока азотистых веществ (главным образом аминокислот) из вегетативных органов, так как поглощение минерального азота корнями и использование его в биосинтетических процессах после цветения сокращается (особенно у яровых культур). Наибольшее количество азотистых веществ поступает в формирующиеся зерновки из листьев, особенно верхнего яруса, меньше — из колосковых чешуй и стеблей [7].

При затягивании созревания зерновых культур может наблюдаться снижение концентрации белков в фазе молочной спелости зерна. Это происходит, когда интенсивный отток азотистых веществ из листьев в формирующиеся зерновки смещается на более поздние фазы развития, данная тенденция очень четко проявилась в 2022 году. В данный год заметно снижение накопления белка в зерне ячменя в среднем на 10,0-22,0% по всем вариантам опыта по отношению к средним многолетним данным.

Использование удобрений как в однократной, так и в двойной дозе приводит к увеличению содержания белка в зерне на 0,5-1,1%.

Выводы

Таким образом, при возделывании ярового ячменя в условиях Костромской области на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах можно рекомендовать выращивание всех трех рассматриваемых сортов (Владимир, Калькюль, Лаурика). Урожайность сортов на естественном плодородии варьировала в диапазоне 2,14-2,36 т/га, но наибольшей пластичностью по отношению к метеорологическим условиям отличался сорт Владимир. Если планируется использование ячменя на пивоваренные цели, то рекомендуемая доза удобрений составляет $N_{30}P_{30}K_{60}$ и содержание белка при это находилось на уровне 11,7-12,0 %. Удвоение дозы удобрений ($N_{60}P_{60}K_{120}$) повышает урожайность 59,1-85,5 %з по сравнению с контролем, содержание белка увеличивается до 12,0-12,97 %, данное зерно можно рекомендовать использовать на пищевые и кормовые цели.

Список использованных источников:

1. Ториков В.В. Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от условий возделывания // Агрохимический вестник. - 2011. - № 3. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-zerna-yarovogo-yachmenya-v-zavisimosti-ot-usloviy-vozdelyvaniya

2. Головкова Т.В., Болнова С.В., Ивановская К.А., Печенкин Д.В., Добрецов И.В. Оценка влияния предпосевной обработки семян растворами микроудобрений на посевные качества семян и морфофизиологические показатели проростков сортов ярового ячменя [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №3. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/3/st_324.pdf. DOI: https://doi.org/10.51419/20213324.

3. Войтович Н.В., Ерошенко Н.А. Влияние технологий возделывания на урожайность и качество зерна сортов пивоваренного ячменя // Агрохимический вестник. - 2011. - № 5. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tehnologiy-vozdelyvaniya-na-urozhaynost-i-kachestvo-zerna-sortov-pivovarennogo-yachmenya

4. Иванова М.В. Влияние систем удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур в условиях Костромской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2020. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2020/2/st_201.pdf

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1 Общая часть. М., 2019. – 329 с. // Режим доступа: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf

7. Новиков Н.Н. Биохимия растений. – М.: КолосС, 2012. – 679 с. - Режим доступа: https://studfile.net/preview/3913746/page:60/

==========

Цитирование:

Головкова Т.В., Болнова С.В., Добрецов И.В. Урожайность зерна пивоваренных сортов ярового ячменя в зависимости от уровня минерального питания в условиях Костромской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_247.pdf DOI: https://doi.org/10.51419/202132247.