



ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ NO-TILL ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

Волков А.И., кандидат сельскохозяйственных наук
Прохорова Л.Н., кандидат сельскохозяйственных наук
Богданов К.В.
ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»
e-mail: alex-volkov@bk.ru

***Аннотация.** Представлен положительный опыт применения технологии no-till при возделывании пивоваренного ячменя в трехпольном полевом севообороте в агроклиматических условиях Чувашской Республики. Результаты сравнительного агрономического и экономического анализа свидетельствуют о том, что использование no-till менее эффективно по сравнению с возделыванием пивоваренного ячменя по традиционной и минимальной технологиям.*

***Ключевые слова:** перспектива, no-till, возделывание, пивоваренный ячмень, зерно, урожайность, качество, рентабельность.*

В настоящее время ячмень является одной из наиболее распространенных культур разностороннего использования. Его посевные площади занимают четвертое место в мире, уступая пшенице, рису и кукурузе [1; 5; 10].

В Российской Федерации возделываются озимые и яровые формы ячменя. Озимый распространен в районах с мягкими зимами. Яровой выращивается практически во всех регионах страны и широко используется как страховая культура при необходимости пересева погибших озимых всходов и как покровная культура – при формировании многолетних бобово-злаковых агроценозов в зоне рискованного земледелия [2–4].

В Поволжье ячмень производят на продовольственные, технические и фуражные цели [6–8]. В Чувашской Республике посевные площади под яровым ячменем ежегодно достигают порядка 100 тыс. га, из них около 20 тыс. га находятся под пивоваренными сортами.

Ячменное зерно является важнейшим сырьевым компонентом для производства традиционного российского и национального чувашского пива. Для получения напитка высокого качества необходимы тонкопленчатые сорта с высокой концентрацией крахмала и низким содержанием белка. Этим требованиям в агроклиматических условиях Чувашии от-

вечают четыре сорта пивоваренного ячменя – Эльф, БИОС 1, Зазерский 85 и Велес.

По данным Е.И. Хрюкиной и других ученых (2019), помимо Чувашской Республики, наилучшие природно-экономические условия для возделывания пивоваренного ячменя сложились в Амурской, Белгородской, Брянской, Воронежской, Калининградской, Калужской, Курской, Липецкой, Орловской, Пензенской, Рязанской, Саратовской, Смоленской, Тамбовской и Тульской областях, а также в Республиках Мордовия и Татарстан. Именно в этих регионах сельхозпроизводители получают высокие урожаи культуры с хорошими пивоваренными показателями. Однако постоянно растущая себестоимость зерна вынуждает аграриев искать новые способы удешевления его производства [11–12].

Цель работы – изучить перспективы использования технологии no-till при возделывании пивоваренного ячменя.

Исследования проводили в 2020–2022 гг. на серых лесных среднесуглинистых почвах Чувашии с концентрацией гумуса 2,42 %, подвижного фосфора 188 мг/кг, обменного калия 160 мг/кг и кислотностью (pH_{KCl}) 6,2.

Севооборот: озимая рожь – яровая пшеница – ячмень. Размер опытных делянок – 1200 м², учетных – 100 м². Повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов – методом рендомизированных повторений. Гидротермический коэффициент (ГТК) вегетационного периода в 2020 г. составлял 1,04; в 2021 г. – 0,60; в 2022 г. – 1,05.

Объектом изучения был сорт ярового ячменя Эльф.

Традиционная технология возделывания пивоваренного ячменя включала осеннее дискование (БДМ-6) стерни предшественника на глубину 6–8 см, вспашку (ПЛН-5-35) на 20–22 см, ранневесеннее боронование (БЗСТ-1,0) на 4–6 см, предпосевную культивацию (КПС-4) на 6–8 см и высев семян сеялкой СЗ-3,6 с последующим прикатыванием (ЗКВГ-1,4).

Минимальная технология возделывания включала



осеннее дискование (БДМ-6) стерни предшественика на глубину 6–8 см, весеннюю культивацию на 8–10 см тяжелым культиватором Лидер и посев многофункциональным комплексом Cultibar 9000.

No-till (нулевая технология) состояла из осенней обработки поля (ОМПШ-2500 Буран) неселективным гербицидом сплошного действия Спрут Экстра (1,4 л/га) и прямого весеннего сева многофункциональным комплексом Cultibar 9000.

Посевные работы во всех вариантах опыта проводили в первой декаде мая протравленными семенами (Доспех 3 и Контадор Макси) из расчета 200 кг/га с одновременным внесением комплексных минеральных удобрений ($N_{30}P_{20}K_{20}$). Уход за посевами включал первую обработку полей баковой смесью гербицидов Примадонна и Гранат с аммиачной селитрой (10 кг/га) в фазе раннего кущения и вторую обработку – в фазу колошения фунгицидом Цимус Прогресс с инсектицидом Питомец. Уборку урожая проводили в первой половине августа при полной спелости зерна. Полевые опыты, статистическую обработку результатов исследований проводили по общепринятым методикам, также рассчитывали экономическую эффективность.

Определение качественных показателей пивоваренного ячменя выполняли в соответствии с требованиями нормативных документов: ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» в 2020–2021 гг. и ГОСТ 5060-2021 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» в 2022 г.

В варианте с применением традиционной и минимальной технологий к посевным работам приступали на 5–7 дней раньше, чем при использовании no-till. Это объясняется более быстрым формированием оптимальных технологических свойств почвы из-за высокой скорости испарения влаги. Остатки мульчи на поверхности поля при no-till являлись своеобразным «замком» для влаги, а потому на несколько дней отодвигали сроки сева. Тем не менее, при визуальном осмотре опытных делянок были установлены дружные всходы ячменя в вариантах с применением традиционной и минимальной обработок почвы на 8–9 день после сева, в то время как при прямом посеве массовые всходы появлялись на 6–7 день. В дальнейшем во все годы исследования была выявлена положительная динамика ростовых процессов пивоваренного ячменя, возделываемого по традиционной, минимальной и нулевой технологиям.

На урожайность существенное достоверное влияние оказывала технология возделывания, но решающее значение имели погодные условия, сложившиеся в ходе вегетации изучаемой культуры. В 2020 г. из-за нехватки почвенной влаги в фазу налива зерна растения пивоваренного ячменя не смогли в полной мере реализовать продуктивный потенциал. Затяжные дожди в период уборки не позволили своевременно собрать и заложить на хранение весь урожай в полном

Таблица 1. Влияние технологии возделывания на урожайность зерна пивоваренного ячменя, т/га

Технология	Годы исследований			В среднем за 3 года
	2020	2021	2022	
Традиционная	2,84	1,12	3,41	2,46
Минимальная	2,79	1,30	3,38	2,49
No-till	2,46	1,61	2,96	2,34
НСП ₀₅	0,21	0,15	0,24	0,10

объеме. Наибольшую урожайность зерна (2,84 т/га) в этом году получили в варианте с традиционной технологией возделывания, а наименьшую (2,46 т/га) – в варианте с no-till. Применение минимальной технологии позволило получить урожай на 0,33 т/га больше, чем при нулевой, но на 0,05 т/га меньше, чем при традиционной технологии (табл. 1).

В 2021 г. длительное отсутствие осадков в фазы выхода в трубку и колошения культурных растений в купе с высокой температурой воздуха и почвы способствовали значительному недобору урожая. Максимальную урожайность (1,61 т/га) получили в варианте с нулевой, а минимальную (1,12 т/га) – с традиционной технологией возделывания.

Равномерное распределение тепла и осадков в вегетационный период 2022 г. способствовало созданию благоприятных условий для наивысшей продуктивности ячменя. Наибольшую урожайность (3,41 т/га), как и в 2020 г., получили в варианте с традиционной технологией возделывания, а наименьшую (2,96 т/га) – с технологией no-till. Применение минимальной технологии позволило произвести зерна на 0,42 т/га больше, чем при нулевой, но на 0,03 т/га меньше, чем при традиционной технологии.

В среднем за три года исследований наивысшая урожайность (2,49 т/га) пивоваренного ячменя была получена в варианте с минимальной технологией, а наименьшая (2,34 т/га) – с технологией no-till. В варианте с применением традиционной технологии она уступала максимальному значению на 0,03 т/га, но достоверно превосходила наименьшее значение на 0,12 т/га. Согласно полученным экспериментальным данным, минимальная технология позволяет получать из года в год стабильные урожаи пивоваренного ячменного зерна в трехпольном полевом севообороте на серых лесных почвах в климатических условиях Чувашской Республики.

Для пивоварения требуется зерно с содержанием белка не более 12 %, иначе его высокая концентрация уменьшает количество крахмала и экстрактивность зерна. К тому же, высокобелковое стекловидное зерно хуже подвержено разрыхлению, быстро греется при производстве солода и, как следствие, дает менее прозрачное и стойкое пиво. В то же время концентрация белка менее 8 % не обеспечивает в полной мере пивные дрожжи белковым питанием, ухудшая процесс



Дражированные семена сахарной свеклы В ПРОДАЖЕ 15 ГИБРИДОВ

Таблица 2. Влияние технологии возделывания на показатели качества пивоваренного ячменя, в среднем за три года

Технология	Качественные характеристики ячменного пивоваренного зерна, %					
	массовая доля белка	мелкие зерна	крупность	пленчатость	способность к прорастанию	жизнеспособность
Традиционная	11,4	2,5	92,5	7,9	96,0	98,0
Минимальная	11,0	3,8	87,2	8,1	93,0	94,0
No-till	10,1	4,5	85,5	8,8	91,0	93,0

брожения. В результате полученное при некачественном брожении пиво не обладает стойкой пеной и не формирует необходимого вкуса и букета, присущего данному пенному продукту.

Результаты лабораторных исследований, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что традиционная, минимальная и нулевая технологии возделывания пивоваренного ячменя на серых лесных почвах в погодно-климатических условиях Чувашской Республики вместе с умеренным применением азотных удобрений позволяют выдерживать данный показатель качества в рамках, регламентируемых нормативно-технической документацией.

Технология возделывания оказывала непосредственное влияние на крупность получаемого зерна – отношение массы ячменного зерна, сошедшего с сита, имеющего продолговатые отверстия размером 2,5 x 20,0 мм, к общей массе анализируемой навески. Крупность выражается в процентах и является одним из нормируемых показателей при получении солода. Применение в солодоращении ячменя с высоким процентным содержанием мелкого зерна и пониженной крупностью снижает выход готового солода из-за высоких потерь сухих веществ, что в конечном итоге отражается на качественных характеристиках готового продукта. Следовательно, использование в соложении большого количества мелкого зерна нецелесообразно как с технологической, так и экономической точек зрения. Традиционная, минимальная и нулевая технологии возделывания пивоваренного ячменя позволяют получить зерно, отвечающее требованиям межгосударственного стандарта по таким показателям как содержание мелких зерен и крупность партии.

Другим не менее важным показателем качества ячменного пивоваренного зерна является содержание мякины, или пленчатость. Пленчатость выше 9 % считается избыточной. В этом случае снижается экстрактивность начального сусле, возрастает горечь пива, резко ухудшаются его вкусовые и ароматические показатели. Слишком низкая пленчатость (менее 7 %) зерна также отрицательно влияет на технологию производства, вкус, цвет и букет пенного напитка. В размолотом виде мякина является естественным фильтром, который удерживает выпадающий из сусла свернувшийся белок. В наших исследованиях плен-

чатость ячменного зерна не зависела от агротехники возделывания, находясь в оптимальных пределах во все годы исследований.

Для формирования лучших технологических свойств зерно пивоваренного ячменя должно отлежаться и дозреть в течение 1,5–2,0 месяцев после уборки. Следовательно, способность к прорастанию и жизнеспособность следует определять не ранее, чем через 45 дней

после сбора урожая.

Для пивоварения особо значимым показателем является способность одновременно всех ячменных зерен прорасти на пятые сутки. Высокая энергия прорастания во многом определяется активностью ферментативной системы самой зерновки. При проращивании контролируют интенсивность и равномерность развития корешков и проростка. Оптимальным является проросток, который не превышает длину самой зерновки. Наличие большого количества удлиненных проростков, а также не проросших зерен уменьшают качественные характеристики вырабатываемого солода. Проращивание необходимо для того, чтобы крахмал, содержащийся в зерновке, полностью превратился в сахар. Это впоследствии увеличивает экстрактивность сусла и выход пива, а главное, обогащает вкусо-ароматические свойства готового к употреблению продукта.

Анализ способности прорастания зерен пивоваренного ячменя позволил выявить положительное влияние на данный показатель традиционной технологии возделывания по сравнению с минимальной и нулевой, что отразилось в наивысшем значении (96 %), которое на 3 и 5 % превосходило другие анализируемые агротехнологии.

Аналогичная тенденция установлена нами и при выявлении жизнеспособности пивоваренных ячменных зерен. Зерновки, полученные при традиционной технологии возделывания, отличались максимальной жизнеспособностью (98,0 %), а минимальная (93 %) была выявлена при нулевой технологии.

В целом ячменное зерно, выращенное по традиционной технологии, по качественным показателям отвечает всем требованиям 1-го класса межгосударственного стандарта. Зерно, полученное по минимальной технологии, отвечает требованиям 2-го класса. Ячменное зерно 1-го и 2-го классов используется для получения солода. Нулевая технология не способствует получению по ряду показателей ячменного зерна для солодоращения. Тем не менее, данное зерно может успешно применяться в пивоварении в виде несоложенного сырья, так как отвечает по качеству всем показателям для 3-го класса.

На рентабельность производства зерна пивоваренного ячменя решающее влияние оказывают его себе-



стоимость и цена реализации. Себестоимость формируется главным образом из материальных затрат на возделывание зерна и его послеуборочной обработки. В свою очередь, цена реализации зависит от ряда факторов, но ключевыми из них являются валовой сбор зерна и его качество.

Так, в 2020 г. цена реализации пивоваренного ячменного зерна 1-го класса не превышала 12 руб/кг, в 2021 г. – доходила до 17 руб/кг, а в 2022 г. – едва достигала 10 руб/кг.

При этом цена реализации ячменного зерна 2-го и 3-го класса в среднем была ниже на 200–500 и 450–800 рублей соответственно, чем 1-го класса, что не могло не отразиться на рентабельности технологии возделывания.

Средний максимальный уровень рентабельности производства зерна пивоваренного ячменя (22,3 %) получен при использовании традиционной технологии, а минимальный (17,9 %) – при нулевой. Однако именно в этом варианте установлена самая низкая себестоимость производства единицы продукции (табл. 3).

Таким образом, результаты сравнительного агрономического и экономического анализа свидетельствуют о том, что использование технологии no-till менее эффективно по сравнению с возделыванием пивоваренного ячменя по традиционной и минимальной технологиям в агроклиматических условиях Чувашской Республики.

Список использованной литературы

1. Артюхова, О.А. Влияние элементов технологий возделывания на урожайность новых пивоваренных сортов ярового ячменя / О.А. Артюхова, О.В. Гладышева, А.В. Свирина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2020. - № 2. - С. 21-25.
2. Волков, А.И. Анализ технологий возделывания полевых культур в условиях Чувашии / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Аграрная Россия. - 2019. - № 2. - С. 3-7.
3. Волков, А.И. Изучение эффективности прямого посева зерновых культур в Чувашской Республике / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова, В.В. Селюнин // Зерновое хозяйство России. - 2023. - Т. 15. - № 1. - С. 89-93.
4. Волков, А.И. Прямой посев после сахарной свеклы / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова, К.В. Богданов // Сахарная свекла. - 2022. - № 3. - С. 31-33.
5. Волков, А.И. Способ повышения урожайности ячменя при возделывании по no-till / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова, В.В. Селюнин // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. - 2022. - Т. 8. - № 1(29). - С. 19-24.

Таблица 3. Влияние технологии возделывания на рентабельность производства пивоваренного ячменя, в среднем за три года

Технология	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Цена реализации 1 т зерна, руб.	Прибыль, руб/т	Рентабельность, %
Традиционная	10630	13000	2370	22,3
Минимальная	10515	12725	2210	21,0
No-till	10380	12240	1860	17,9

6. Горянин, О.И. Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. - 2020. - Т. 34. - № 9. - С. 42-47.

7. Еряшев, А.П. Эффективность возделывания пивоваренного ячменя на разных фонах минерального питания и нормах высева / А.П. Еряшев, А.А. Козлова, А.С. Железнов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 1(53). - С. 40-45.

8. Оленин, О.А. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья / О.А. Оленин, С.Н. Зудилин // Аграрный вестник Урала. - 2022. - № 3(218). - С. 13-23.

9. Хрюкина, Е.И. Пивоваренный ячмень: практическое руководство по выращиванию / Е.И. Хрюкина, В.А. Гулидова, Г.Я. Сергеев. - Воронеж. - 2019. - 32 с.

10. Kumar, V. Brief review of malting quality and frontier areas in barley / V. Kumar, S.K. Chaturvedi, G.P. Singh // Cereal Research Communications. - 2023. - Vol. 51. - № 1. - P. 45-59.

11. Volkov, A.I. Impact of no-till technology on the fertility of degraded and low-humus soils / A.I. Volkov, L.N. Prohorova, A.S. Stepanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2022. - 1112. - 012039.

12. Volkov A.I. The prospects for no-till in the cultivation of corn for grain / A.I. Volkov, L.N. Prohorova, R.A. Shabalin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. - P. 52011.

Prospects of no-till technology in the cultivation of malting barley

Volkov A.I., Prokhorova L.N., Bogdanov K.V.

Summary. *The positive experience of using no-till technology in cultivating malting barley in a three-field crop rotation in the agroclimatic conditions of the Chuvash Republic is presented. The results of comparative agronomic and economic analysis indicate that the use of no-till is less effective than cultivating malting barley using traditional and minimum technologies.*

Key words: *prospects, no-till, cultivation, malting barley, grain, yield, quality, profitability.*