

СПОСОБЫ РАЗДЕЛКИ ПЛАСТА СТАРОВОЗРАСТНОГО ПОСЕВА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Д.Ю. Бакшаев, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.И. Кашеваров, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск
Новосибирской обл., Россия

E-mail: bakshaevd@mail.ru

Ключевые слова: дернина, многолетние травы, обработка, вспашка, гербицид, дискование, урожайность.

Реферат. Представлены результаты исследований за 2014–2016 гг. по эффективности способов основной обработки дернины старовозрастных посевов многолетних трав в условиях лесостепной зоны Западной Сибири на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом. Цель исследований – оптимизировать приёмы основной обработки дернины, установить их влияние на запасы продуктивной влаги в почве и продуктивность пластовой культуры. Установлено, что максимальная урожайность пластовой культуры получена при вспашке травостоев в осенние сроки. Сбор зелёной массы пластовой культуры – овса на следующий год составил 173 ц/га, зерна 22,7 ц/га и был обеспечен за счёт улучшения влагообеспеченности посевов (31–51 % в слое почвы 0–20 см), более высокой всхожести (21–35 %) и высоты растений овса (4–23%). Затраты на получение продукции составили 6 429 руб./га, рентабельность – 253 %. Осенняя обработка гербицидом сплошного действия Торнадо (изопропиламинная соль, 360 г/л кислоты, норма внесения 2 л/га) с последующим дискованием в два следа весной снижает урожайность зелёной массы на 17 %, зерна на 8 % и может быть рекомендована при доминировании в исходном травостое злостных корнеотпрысковых сорняков – пырея, видов осота и т.д. После обработки доля сорняков в посевах пластовой культуры не превышала 2 % (однолетние виды). Затраты на обработку составили 8 859 руб./га, рентабельность 135 %. Весенняя разделка дернины БДТ-3 в два следа снижает сбор зелёной массы по сравнению с осенней вспашкой на 42 %, зерна на 48 % за счёт понижения влажности почвы в корнеобитаемом слое (0–20 см) весной на 31–51 %, полевой всхожести на 30 %, высоты растений на 23 % при максимальных в опыте показателях засорённости – 14–24 шт./м², или 5,6 %. Затраты составили 4 698 руб./га, рентабельность – 151 %.

METHODS OF CUTTING THE LAYER OF OLD-AGE SOWING OF PERENNIAL GRASSES

D.Y. Bakshaev, Candidate of Agricultural Sciences

N.I. Kashevarov, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk,
Novosibirsk Region, Russia

E-mail: bakshaevd@mail.ru

Keywords: sod, perennial grasses, processing, plowing, herbicide, disking, yield.

Summary: The results of research for 2014–2016 on the effectiveness of methods of basic sod processing of old-age crops of perennial grasses in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia on leached medium-sized medium-humus medium-loamy chernozem are presented. The purpose of the research is to optimize the methods of basic processing of sod, to establish their effect on the reserves of productive moisture in the soil and the productivity of reservoir culture. It was found that the maximum yield of the reservoir crop was obtained when plowing grass stands in the autumn. The collection of the green mass of the stratum culture - oats for the next year amounted to 173 kg/ha, grain 22.7 kg/ha and was ensured by improving the moisture supply of crops (+31...51% in the soil layer 0-20 cm), higher germination (+21...35%) and the height of oat plants (+4...23%). The cost of obtaining products amounted to 6429 rubles / ha, profitability of 253%. Autumn treatment with a continuous-action Tornado herbicide (isopropylamine salt, 360 g/l acid, application rate of 2 l/ha) followed by disking in two tracks in spring reduces the yield of green mass by 17%, grain by 8% and can be recommended when malicious root weeds – wheatgrass, osota species and etc. After treatment, the proportion of weeds in the reservoir crops did not exceed 2% (annual species). Processing costs amounted to 8859 rubles/ ha, profitability of 135%. Spring cutting of the BDT-3 turf in two traces reduces the collection of green mass by 42% compared with autumn plowing, grain by 48% due to a decrease in soil moisture in the root layer (0-20

cm) in spring by 31-51%, field germination by 30%, plant height by 23% with maximum clogging indicators in the experiment – 14-24 pcs/m² or 5.6%. The costs amounted to 4,698 rubles/ha, with a profitability of 151%.

Максимальная продуктивность многолетних трав в посевах достигается в первые 5–7 лет, в дальнейшем целесообразность использования травостоев снижается. Минимальное продуктивное долголетие имеет клевер луговой (2 года пользования), затем идёт эспарцет песчаный (4–5 лет), люцерна (5–7 лет), максимальное продуктивное долголетие у галеги восточной (10 лет и более) [1].

Накапливая в первые три года пользования до 8,0–10,0 т/га сухой массы корней, что соответствует внесению за вегетацию 100–120 кг/га азота, травы обеспечивают потребность в нём для 3–5 последующих культур севооборота. Но этот потенциал в производстве практически не используется, а если используется, то недостаточно [2].

Происходит это по причине попытки продления периода использования многолетних травостоев даже при снижении их продуктивности. При этом уменьшается как сбор кормовой массы, так и её качество за счёт вытеснения из структуры травостоя наиболее ценных бобовых видов сорняками. В связи с этим целесообразно использовать многолетние травы в течение 3–5 лет, затем – распахивать травостой.

Свойство многолетних трав давать урожай там, где остальные сельскохозяйственные культуры убыточны или их производство невозможно ввиду недостаточного плодородия почв, часто служит единственно приемлемым методом повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий [3]. Утрата экологической функции почв сказывается на устойчивом развитии территорий [4]. При этом один из основных резервов развития агропромышленного комплекса – это вовлечение залежных земель в сельскохозяйственный оборот, что связано с проблемой технико-технологического обеспечения данных работ [6]. В связи с этим часто встаёт вопрос о замене вспашки менее энергоёмкими и глубокими обработками, такими как дискование и фрезерование, обеспечивающими качественное крошение дернины и создание семенного ложа.

Традиционно в производстве в качестве основной обработки дернины многолетних

травостоев наиболее распространена осенняя вспашка [7]. При этом она наиболее энергетически затратна, приводит к деградации почвенных агрегатов, наибольшему износу техники и повышенным инвестициям в её восстановление [8–11].

В последнее время в связи с распространением минимальных и даже нулевых обработок почвы экспертами ФАО – продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН указывается, что традиционные технологии земледелия исчерпали себя и зашли в тупик. Получили распространение другие виды обработки, заменяющие вспашку, дискование и фрезерование [12–14]. Для искоренения нежелательной растительности используют гербициды [15–18].

Таким образом, многообразие способов разделки пласта старовозрастных посевов многолетних трав вызывает необходимость в уточнении эффективности методов и их целесообразности, в том числе через оценку урожайности пластовой культуры.

Цель исследований – оптимизировать приёмы основной обработки дернины старовозрастных сеяных травостоев многолетних трав в лесостепной зоне Западной Сибири.

Задачи исследований:

1. Выявить влияние приёмов обработки дернины старовозрастных сеяных травостоев многолетних трав на урожайность пластовой культуры.
2. Определить влияние приёмов обработки дернины старовозрастных травостоев многолетних трав на влажность почвы.
3. Дать экономическую оценку способам обработки дернины старовозрастного травостоя.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Условия проведения исследований

Исследования проводились в полевых опытах лаборатории технологий возделывания кормовых культур на научно-экспериментальной базе СибНИИ кормов СФНЦА РАН, располо-

женной в лесостепи Приобья, относящейся к Западно-Сибирскому региону лесостепной зоны. Географическая привязка общего массива полевых исследований определяется GPS-навигацией с геолокацией 54°55'12" с.ш. 82°59'28" в.д., высота над уровнем моря 114 м. Почва опытного участка зональная – чернозём выщелоченный среднесуглинистый среднесуглинистый, содержание гумуса в $A_{\text{пах}}$ составляет 6,58 %. Почва характеризуется высокой обеспеченностью подвижным фосфором (в слое 0–20 см – 22 мг/100 г почвы) и обменного калия (в слое 0–20 см – 21,4 мг/100 г почвы) (по Чирикову). Реакция почвенного раствора (рН)=7,4. Сумма поглощенных оснований 32,6 ммоль (экв)/100 г. Плотность почвы в слоях 0–20 и 20–40 см равна соответственно 1,16 и 1,22 г/см³, а влажность устойчивого завядания – 10,2 и 8,0 мм. Грунтовые воды до глубины 5 м не обнаружены [19].

Климат зоны континентальный с относительно коротким летом и продолжительной холодной зимой. Увлажнение в средние по осадкам годы несколько недостаточное и составляет 386 мм, из них 254 в тёплый период года (апрель–сентябрь). В течение года они распределены неравномерно. Наибольшее количество выпадает летом – в июле (60 мм); с ноября по март выпадает 17–20 % годовой суммы осадков. Вероятность влажных лет 10–25 %, полувлажных и засушливых – 40–65 %. Гидротермический коэффициент увлажнения по Селянинову (ГТК) составляет 1,20. Самый холодный месяц – январь, со среднесуточной температурой – 19,4 °С, самый жаркий – июль 18,4 °С. Сумма положительных температур выше +10 °С в среднем составляет 1 880 °С, с отклонениями по годам от 1 500 до 2 250 °С. Весенние заморозки в воздухе возможны до 20 мая, на почве – до 17 июня. Начало осенних заморозков приходится на конец августа.

По условиям тепло- и влагообеспеченности вегетационные периоды 2014–2015 гг. по показателю ГТК характеризовались как недостаточно увлажнённые (1,23–1,26), 2016 г. – как очень засушливый (0,67).

Схема опыта:

Вспашка осенью (контроль).

Дискование в два следа осенью.

Фрезерование дернины осенью в два следа.

Обработка дернины гербицидом сплошного действия осенью с последующим дискованием в два следа весной.

Дискование весной в два следа.

Общая площадь делянки 288 м². Повторность опыта 3-кратная. Использовали гербицид сплошного действия Торнадо (изопропиламинная соль, 360 г/л кислоты), норма внесения 2 л/га. Вспашку проводили плугом ПН-3-35, дискование БДТ-3, фрезерование ФБН.

Объектами исследований в 2014 г. был кострцово-клеверный травостой 8-го года жизни, в 2015 г. – травостой кострца безостого 12-го года жизни, в 2016 г. – кострцово-люцерновый травостой 6-го года жизни.

Перед посевом опыта отбирали пробы почвы для определения влажности. Посев опыта проводили сеялкой СН-16. Глубина заделки семян 4–6 см. Нормы высева овса Краснообский – 5,5 млн всхожих семян на 1 га (200 кг). Посев рядовой с шириной междурядий 15 см.

Основные методы исследований – полевые опыты и лабораторные анализы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обработка дернины старовозрастных посевов многолетних трав проходила в сроки, установленные схемой опыта. Обработка гербицидом Торнадо осенью по вегетирующим растениям уничтожила всю растительность, произошло её усыхание (рис. 1). Последующая обработка БДТ-3 механически разрушила дернину, подготовив поле к посеву пластовой культуры. Проведение двукратного дискования весной без использования гербицида также разрушило дернину, однако полной гибели растительности не было отмечено. Визуально после прохождения агрегата на поверхности поля оставались зелёные части растений многолетних трав и сорняков, которые к моменту посева пластовой культуры продолжали вегетировать.



Рис. 1. Вид поля: а – после обработки гербицидом Торнадо осенью и последующим прохождением БДТ-3 весной; б – после проведения повторного дискования весной без использования гербицида

Type of field: а – after treatment with Tornado herbicide in the fall and subsequent passage of BDT-3 in the spring; б – after repeated disking in the spring without the use of herbicide

Установлено значительное влияние обработок на запасы продуктивной влаги в почве. Максимальные запасы в корнеобитаемом слое 0–20 см зафиксированы на варианте «вспашка осенью» (контроль) 17,6–21,6 мм (рис. 2, 3). Замена вспашки дискованием БДТ–3 и фрезированием ФБН снизило содержание влаги 5 мая

на 15,3–23,1 %, 25 мая на 10,8–15,9 %. Весеннее дискование травостоев максимально снизило запасы влаги в верхнем слое до 10,6–11,3 мм, которые несколько повысились к концу месяца при выпадении осадков в мае в 2014–2015 гг. В метровом слое ситуация по запасам продуктивной влаги в целом повторилась.

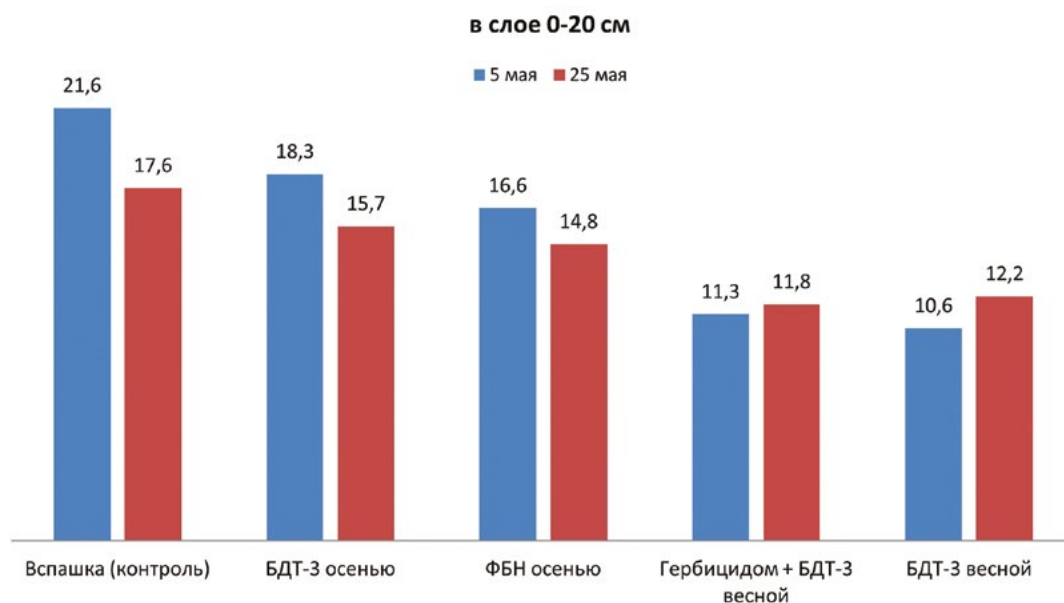


Рис. 2. Запасы продуктивной влаги в почве при различных способах обработки пласта многолетних трав, мм (среднее за 2014–2016 гг.)

Productive moisture reserves in the soil for various methods of processing a layer of perennial grasses, mm (average for 2014–2016)

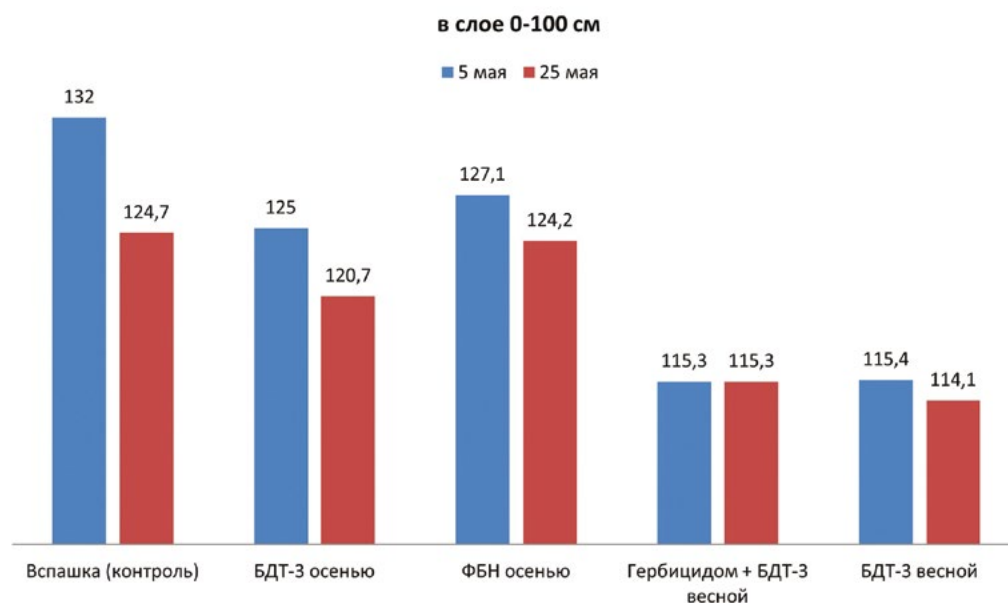


Рис. 3. Запасы продуктивной влаги в почве при различных способах обработки пласта многолетних трав, мм (среднее за 2014–2016 гг.)

Productive moisture reserves in the soil for various methods of processing a layer of perennial grasses, mm (average for 2014–2016)

Содержание влаги в корнеобитаемом (0–20 см) слое почвы положительно сказалось на всхожести пластовой культуры – овса. По данным за 2014–2016 гг. наиболее полные всходы растений овса получены на контроле

(вспашка осенью) – 430 шт./м² и при обработке дернины гербицидом осенью с последующим дискованием весной – 398 шт./м², что составило соответственно 86 и 77 % от нормы высева (табл. 1).

Таблица 1

Влияние способов обработки дернины старовозрастного травостоя многолетних трав на полевую всхожесть овса (данные за 2014–2016 гг.)

The influence of methods of processing the sod of old-growth perennial grasses on the field germination of oats (data for 2014–2016)

Вариант обработки	Полевая всхожесть							
	шт./м ²				%			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Вспашка осенью (контроль)	440	381	471	430	88	76	94	86
БДТ-3 осенью	376	286	369	343	75	57	78	68
ФБН осенью	–	307	391	349	–	61	69	65
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	421	345	428	398	84	69	79	77
БДТ-3 весной	280	276	291	282	56	55	56	56

Отрицательный отклик получен на дискование и фрезерование дернины осенью в два следа: такая обработка снижает густоту всходов овса по сравнению с контролем на 19–21 % до 343–349 шт./м². Максимальное снижение густоты всходов отмечено при обработке дернины

БДТ-3 весной – 56 %, или 282 шт./м². Отмечена средняя положительная корреляционная связь густоты травостоя овса с содержанием влаги перед посевом ($r = 0,49–0,55$).

Помимо снижения всхожести овса наблюдалось понижение сохранности растений к

уборке. Максимальная сохранность отмечена на варианте вспашки осенью – 88 %, составила 380 шт./м²; минимальная – на варианте обработки БДТ-3 весной – 80 %, или 228 шт./м², что связано с засушливостью вегетационного периода в первой половине вегетации.

Учёт высоты растений подтвердил преимущество варианта со вспашкой, при котором в среднем за 2014–2016 гг. высота стеблестоя составила 97 см (рис. 4).

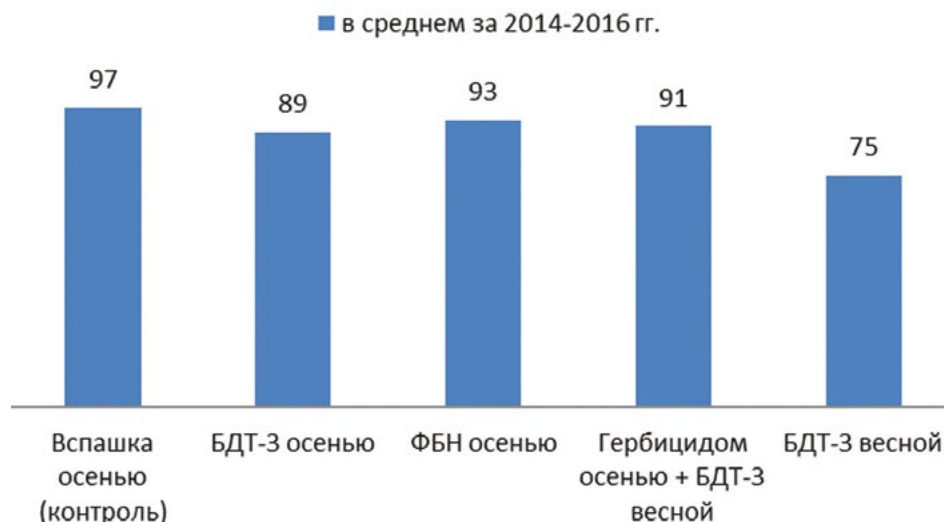


Рис. 4. Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на высоту растений овса в фазу цветения, см

The influence of the method of processing turf of old-growth grass on the height of oat plants in the flowering phase, cm

Наименьший показатель высоты – 75 см – был отмечен при разделке дернины БДТ-3 весной перед посевом. При внесении гербицида в осенний период и разделке дернины весной дисковой бороной, на варианте при двукратной обработке осенью дернины дисковой бороной, а также на варианте, где дернина в осенний

период разрабатывалась фрезой, высота растений овса снижалась незначительно: на 4–8 см. По-видимому, при осенних сроках обработки дернины создаются более благоприятные условия для роста и развития пластовой культуры, что положительно сказалось на росте растений и величине урожая.

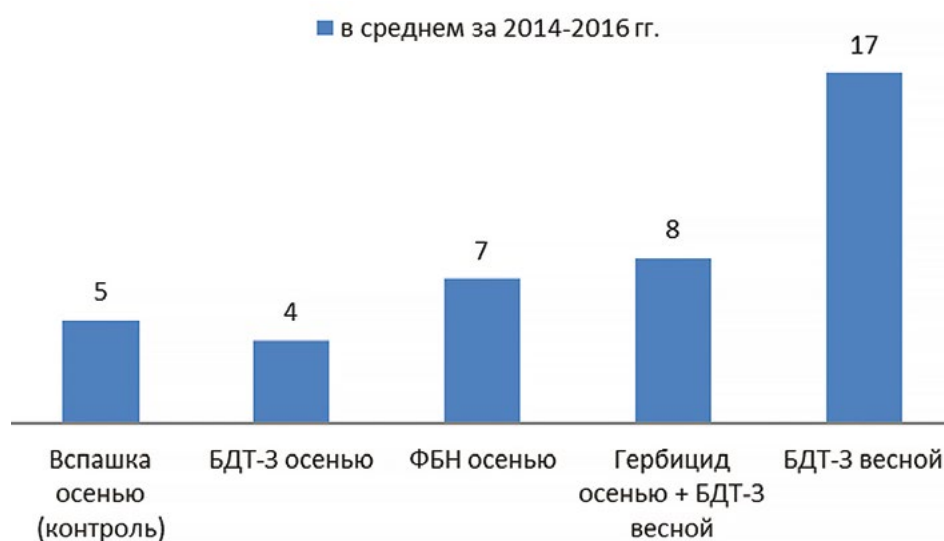


Рис. 5. Влияние способов обработки дернины старовозрастного травостоя на засоренность посевов пластовой культуры, шт./м²

The influence of methods of processing turf of old-growth grass on the weediness of layer crop crops, pcs./m²

По показателям засорённости в опыте можно судить о качестве проведения основной обработки. В опыте минимальные показатели отмечены при разделке дернины плугом осенью, а также на варианте разделки дернины осенью дисковой бороной в два следа – 4–5 растений сорняков, или 1,1 % (рис. 5).

Наибольшая засорённость отмечена при разделке дернины в весенний период БДТ-3 – 14–24 шт./м², что во время уборки овса на зерно составило 18 % массы урожая (зерно + солома).

Низкие значения засорённости в опыте можно объяснить влиянием предшественника. По данным некоторых авторов, многолетние травы, развивая мощную корневую систему, подавляют рост сорных растений, что позволяет получать урожай зерна с малыми затратами

на его очистку от сорных примесей. Сорные растения не являлись определяющим фактором, влияющим на формирование урожайности яровой культуры, так как общая засоренность посевов не превышала экономического порога вредоносности.

В зависимости от года пользования учёт урожая зелёной массы овса проходил 21 июля в 2015 г. (через 64 дня от всходов), 3 августа в 2016 г. (через 75 дней от всходов) и 6 августа в 2014 г. (через 88 дней от всходов).

Максимальная урожайность зелёной массы овса в среднем за 2014–2016 гг. получена на контрольном варианте со вспашкой – 173 ц/га зелёной массы, или 22,7 ц/га зерна. Она обусловлена повышенной густотой стояния растений в травостое (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на урожайность овса, ц/га
(данные за 2014–2016 гг.)

The influence of the method of processing the turf of old-growth grass on the yield of oats, c/ha
(data for 2014–2016)

Вариант опыта	Год			Среднее за 2015–2016 гг.	Среднее за 2014–2016 гг.
	2014	2015	2016		
Зелёная масса					
Вспашка осенью (контроль)	134	208	175	192	173
БДТ-3 осенью	97	115	100	108	105
ФБН осенью	-	166	140	153	-
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	127	155	165	160	144
БДТ-3 весной	102	105	95	100	101
НСР ₀₅	18	16	8		
Зерно					
Вспашка осенью (контроль)	20,2	23,2	24,6	23,9	22,7
БДТ-3 осенью	17,7	15,9	14,6	15,2	16,0
ФБН осенью	-	16,7	16,7	16,7	-
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	21,4	18,9	22,1	20,5	20,8
БДТ-3 весной	16,1	9,2	10,0	9,6	11,8
НСР ₀₅	5,9	4,1	1,6		

Источник: составлена Д.Ю. Бакшаевым [20].

При обработке гербицидом сплошного действия осенью с последующим дискованием получено 144 ц/га зеленой массы или 20,8 ц/га зерна, что ниже урожайности на контроле на 17 и 9 % соответственно.

Наиболее сильно понижала урожайность обработка БДТ-3 весной перед посевом. В среднем за три года исследований урожайность зелёной массы не превышала 100,9 ц/га зеленой массы и 11,8 ц/га зерна, что соответственно на

58 и 43 % ниже урожая, полученного на контроле.

Двухфакторным дисперсионным анализом установлена доля влияния факторов на урожайность зелёной массы овса: для такого фактора, как способ обработки дернины она составила 73 %, а для фактора «погодные условия года» – 11 %. Это указывает на то, что для формирования урожая овса, период которого длился 64–88 дней, достаточно зимних запасов влаги в почве. При формировании урожая зерна овса доля фактора обработок снижается до 66 %, повышая влияние осадков в вегетационный период.

Замена осенних обработок дернины весенними оказала отрицательное влияние на рост и развитие пластовой культуры и снизила урожайность зелёной массы на 58 %, зерна – на 43 %.

На основании полученных данных установлено, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири целесообразнее разделку дернины старовозрастных посевов многолетних трав проводить осенью плугом или обрабатывать травостой гербицидом осенью с последующей разделкой дернины весной следующего года дисковой бороной. Затраты на гектар в первом случае составили в ценах 2023 г. 6429 руб., во втором повышаются до 8859 руб. Рентабельность производства продукции составила соответственно 253 и 135 %. Минимальные затраты отмечены при обработке БДТ-3 весной – 4698 руб./га при уровне рентабельности 151 %. Данный вариант обработки может иметь место при срочном введении угодий в

сельскохозяйственный оборот и получении урожая пластовой культуры в текущем году.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведённых в 2014–2016 гг. исследований по эффективности способов основной обработки старовозрастных посевов многолетних трав в условиях лесостепной зоны Западной Сибири установлено, что максимальная урожайность пластовой культуры получена при распашке травостоев в осенние сроки. Сбор зелёной массы овса на следующий год составил 173 ц/га, зерна 22,7 ц/га и был обеспечен за счёт накопления влаги в почве, максимальной полевой всхожести растений 86 % и высоты растений 97 см.

2. Осенняя обработка гербицидом сплошного действия с последующим дискованием в два следа весной снижает урожайность зелёной массы на 17 %, зерна на 8 % и может быть применена при доминировании в исходном травостое злостных корнеотпрысковых сорняков – пырея, видов осота и т.д. Гербицид убивает всю растительность, доля сорняков в посевах пластовой культуры составляет не более 2 % и представлена однолетними видами.

3. Весенняя разделка дернины БДТ-3 в два следа снижает сбор зелёной массы по сравнению с осенней вспашкой на 42 %, зерна на 48 % за счёт понижения влажности корнеобитаемого слоя (0–20 см) весной на 31–51 %, полевой всхожести на 30 %, высоты растений на 23 % при максимальных в опыте показателях засорённости – 14–24 шт./м², или 5,6 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бенц В.А., Кашеваров Н.И., Демарчук Г.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / РАСХН. Сиб. отд. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2001. – 240 с.
2. Шашкова Г.Г., Андреева О.Т., Цыганова Г.П. Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае: монография / ФГБНУ научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири. – Чита, 2015. – 390 с.
3. Силаева Л.П., Алексеев С.А., Дидык А.С. Развитие и размещение производства кормов для молочного скотоводства в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 4. – С. 79–86.
4. Keesstra S.D. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations sustainable development goals // Soil. – 2016. – Vol. 2. – P. 111–128. – DOI: 10.5194/soil-2-111-2016.
5. Hatfield J.L., Sauer Th.J., Cruse R.M. Soil: The forgotten piece of the water, food, energy nexus // Adv. Agron. – 2017. – Vol. 143. – 10.1016/bs.agron.2017.02.001

6. *Технико-технологическое обеспечение вовлечения в оборот залежных земель* / С.Г. Митин, Г.В. Сысоев, И.А. Старостин, А.В. Ещин // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2024. – № 118. – С. 276–308. – DOI: 10.19047/0136-1694-2024-118-276-308.
7. *Современное кормопроизводство Урала: монография* / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, А.Е. Нагибин [и др.]; Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Екатеринбург: Информационно-рекламное агентство Уральской торговой компании, 2019. – 265 с.
8. *Assessing global land use: Balancing consumption with sustainable supply* / S. Bringezu, H. Schütz, W. Pengue [et al.] // Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. – 2014.
9. *MAGIC Nexus Policy Brief: Soil as the “missing link” for the Water-Energy-Food-Environment Nexus*. – URL: <https://www.water-energy-food.org/resources/resources-detail>. Accessed April 20. – 2020.
10. *Timmis K., Ramos J.L. Microb Biotechnol.* – 2021, May. – Vol. 14 (3). – P. 769–797. – DOI: 10.1111/1751-7915.13771.
11. *Хамуков Ю.Х., Каноклова М.А. Земледелие и вспашка. Вспашка как антропогенный фактор деградации экосистем* // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 6 (110). – С. 225–235. – DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-225-235.
12. *Коломейченко В.В. Кормопроизводство: учебник*. – СПб.: Лань, 2015. – 656 с.
13. *Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Куренкова Е.М. Урожайность козлятника восточного и люцерны изменчивой при долголетнем использовании* // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 2 (362). – С. 56–58.
14. *Петрук В.А., Вотяков А.О. Растительные сукцессии естественных лугов при коренном улучшении в южной лесостепи Западной Сибири* // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 1 (62). – С. 67–75. – DOI: 10.31677/2072-6724-2022-62-1-67-75.
15. *Лазарев Н.Н., Шибуков А.А., Зубков Ф.В. Эффективность различных способов обработки и гербицидов при создании сеяных лугов на залежных землях* // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 13–16.
16. *Ускоренное освоение залежных земель под сенокосы и пастбища в Сибири (научно-практическое пособие)* / Н.И. Кашеваров [и др.] – Новосибирск, 2015. – 58 с.
17. *Черкасов Г.Н., Сосов Н.А. Приемы создания высокоурожайных сенокосов на залежных землях склонов в Центральном Черноземье* // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 5. – С. 13–15.
18. *Глушкова О.А., Матаис Л.Н., Козлова З.В. Влияние ускоренного залужения на продуктивность деградированных пойменных сенокосов в условиях Предбайкалья* // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 68–2. – С. 91–94. – DOI: 10.18411/Ij-12-2020-77.
19. *Бакшаев Д.Ю., Кашеваров Н.И., Жданова И.Л. Возделывание фестулолиума в смеси с люцерной на кормовые цели в лесостепи Западной Сибири* // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 1 (66). – С. 12–20. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-12-20. – EDN FKQHLZ.
20. *Бакшаев Д.Ю. Влияние основной обработки дернины многолетних трав на продуктивность пластовой культуры* // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: мат. VII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Горно-Алтайского государственного университета, Горно-Алтайск, 6–8 июня 2019 года. – Горно-Алтайск: БИЦ Горно-Алтайского государственного университета, 2019. – С. 15–20.

REFERENCES

1. Benz V.A., Kashevarov N.I., Demarchuk G.A., *Polevoe kormoproizvodstvo v Sibiri* (Field feed production in Siberia), RASKHN, Sib. otd. Feed collection, Novosibirsk, 2001, 240 p.
2. Shashkova G.G., Andreeva O.T., Tsyganova G.P., *Agrotekhnologii proizvodstva i kachestvo kormov v Zabaykalskom krae* (Agrotechnologies of production and feed quality in the Trans-Baikal Territory), Chita: Publishing House 2015, p. 390.
3. Silaeva L.P., Alekseev S.A., Didyk A.S., *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*, 2017, No. 4, pp. 79–86. (In Russ.)

4. Kesstra S.D., *The importance of soils and soil science for the implementation of the United Nations Sustainable Development Goals*. *Soil*, 2016, Vol. 2, pp. 111–128, DOI: 10.5194/soil-2-111-2016.
5. Hatfield J.L., Sauer T.J. and Cruz R.M., Soil: a forgotten element of the relationship between water, food and energy, *Adv. Agronomist.*, 2017, Vol. 143, DOI: 10.1016/bs.agron.2017.02.001.
6. Mitin S.G., Sysoev G.V., Starostin I.A., Eshchin A.V., *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*, 2024, No. 118, pp. 276–308, DOI: 10.19047/0136-1694-2024-118-276-308. (In Russ.)
7. Zezin N.N., Panfilov A.E., Nagibin A.E. [et al.], *Sovremennoe kormoproizvodstvo Urala* (Modern feed production in the Urals), Yekaterinburg: Information and Analytical Agency of the Ural Trading Company, 2019, 265 p.
8. Bringezu S., Schutz H., Penge U. et al., Assessment of global land use: balancing consumption with sustainable supply *Report of the Working Group on Land and Soils of the International Group of Experts on Resources*, 2014.
9. Summary of the MAGIC Nexus Policy: Soil as the “missing link” for the relationship between water, energy, food and the environment. <https://www.water-energy-food.org/resources/resources-detail>. Date of application: April 20, 2020
10. Kenneth Timmis, Juan Luis Ramos. *Microbial biotechnology*, 2021, May, Vol. 14 (3), pp. 769–797, DOI: 10.1111/1751-7915.13771.
11. Khamukov Y.H., Kanokova M.A., *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2022, No. 6 (110), pp. 225–235, DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-225-235. (In Russ.)
12. Kolomeichenko V.V., *Kormoproizvodstvo* (Feed production), Sankt-Petersburg: Lan Publishing House, 2015. – 656 p.
13. Lazarev N.N., Kukharenskova O.V., Kurenkova E.M., *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*, 2018, No. 2 (362), pp. 56–58. (In Russ.)
14. Petruk V.A., Votyakov A.O., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2022, No. 1 (62), pp. 67–75, DOI: 10.31677/2072-6724-2022-62-1-67-75. (In Russ.)
15. Lazarev N.N., Shibukov A.A., Zubkov F.V., *Kormoproizvodstvo*, 2014, No. 1, pp. 13–16. (In Russ.)
16. Kashevarov N.I. [et al.], *Uskorennoe osvoenie zaleznykh zemel' pod senokosy i pastbishcha v Sibiri* (Accelerated development of fallow lands for hayfields and pastures in Siberia), Novosibirsk, 2015, 58 p.
17. Cherkasov G.N., Sosov N.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, Vol. 31, No. 5, pp. 13–15. (In Russ.)
18. Glushkova, O.A., Matais L.N., Kozlova Z.V., *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2020, No. 68–2, pp. 91–94, DOI: 10.18411/lj-12-2020-77. (In Russ.)
19. Bakshaev D.Yu., Kashevarov N.I., Zhdanova I.L., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2023, No. 1 (66), pp. 12–20, DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-12-20, EDN FKQHLZ. (In Russ.)
20. Bakshaev D. Yu., *Aktual'nye problemy sel'skogo khozyaystva gornykh territoriy* (Actual problems of agriculture in mountainous territories): Proceedings of the Conference Title, Gorno-Altaysk: Gorno-Altaysk State University, 2019, pp. 15–20. (In Russ.)