

Влияние транспортной инфраструктуры на агрофизические свойства пахотных чернозёмов и луговых почв в лесостепной зоне Зауралья

Д.В. Ерёмкина, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Западная Сибирь – уникальный регион, занимающий 15% территории Российской Федерации. Его площадь составляет 2,451 тыс. км². На территории Западной Сибири находится огромное количество полезных ископаемых, природные и земельные ресурсы, которые активно осваиваются в последние десятилетия. Исторически сложилось, что автодороги старались прокладывать по незаболоченным местам. В настоящее время для строительства дорог также выбирают наиболее сухие участки. При больших расстояниях этот подход экономически оправдан.

Для ведения сельского хозяйства также требуются незаболоченные территории и наиболее плодородные земли, которые располагаются в Западной Сибири преимущественно на возвышенностях [1]. В результате значительная часть полей примыкает к автодорогам. До 80-х гг. прошлого столетия в этом большой проблемы не было, поскольку автотранспортный поток не был столь интенсивным, как в настоящее время. На отдельных автодорогах отмечается интенсивное круглосуточное движение автомобилей на протяжении всего года. Это потребовало от организаций, обслуживающих автодороги, активного использования противогололёдных смесей и жидкостей. В конечном итоге эти вещества попадают на прилегающие территории. Нужно также отметить и появление большого количества тяжёлых металлов, сажи, выхлопных газов, которые оседают на почве, сельскохозяйственных культурах и деревьях [2], что

приводит к ухудшению экологического состояния агрофитоценозов, снижению плодородия почв и недобору сельскохозяйственной продукции.

Ощутимый вред почве наносят противогололёдные смеси, сделанные на основе хлористого натрия. Наиболее дешёвой является смесь песка и галита или сильвинита. Эти смеси, несмотря на свою агрессивность к металлу автомобилей, считаются наиболее эффективными и дешёвыми. Отказаться от них, не найдя достойную замену, невозможно. Поэтому аграриям приходится учитывать их влияние на плодородие пашни и урожайность культур.

Целью нашего исследования было изучение влияния автодорог на агрофизические свойства пахотных чернозёмов и луговых почв в лесостепной зоне Зауралья.

Материал и методы исследования. Исследование проводили вдоль автомагистрали Тюмень – Омск. Сотрудниками кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья были детально изучены примыкающие к автодороге поля с целью установления классификационной принадлежности почвенных участков. На протяжении 100 км были определены следующие почвы: чернозёмы выщелоченные и луговые солонцеватые. Сходство почвенных разновидностей на участках с различной удалённостью от автодорог определяли по строению почвенного профиля и свойствам почвообразующей породы. В качестве контроля использовали участок полей, который находился на расстоянии 200 м от автодороги.

Структурно-агрегатный состав определяли путём сухого рассева почвенных образцов через ко-

лонку сит с диаметром отверстий 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5 и 0,25 мм, соединённых между собой от большего диаметра к меньшему. Водопрочность агрегатов определяли путём рассева почвы в той же колонке сит, помещённой в воду. Коэффициенты структурности и водопрочности рассчитывали по соответствующим формулам, указанным Е.В. Шеиным [3].

Анализ плотности сложения проводили в полевых условиях объёмно-весовым способом с использованием металлического пустотелого цилиндра известного объёма. Образцы отбирали на каждой площадке в слое 0–10 и 10–20 см пахотного слоя в четырёхкратной повторности. Исследования проводили в период с 2011 по 2014 г. в конце августа, непосредственно перед уборкой зерновых культур. В фазу полной спелости яровой пшеницы с 1 м² срезали все растения и определяли массу зерна, которую пересчитывали на биологическую урожайность с 1 га. На каждом участке отбирали растительные образцы в 6-кратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили по Б.А. Доспехову с использованием Microsoft Excel.

Результаты исследования. Как показало наше исследование, на участке, который примыкает к основанию автодороги, коэффициент структурности соответствует 1,9 ед. Это почти в 2 раза ниже значений контрольного участка, расположенного в 200 м от автодороги. На расстоянии до 20 м структурное состояние пахотного чернозёма не улучшается – коэффициент структурности не более 2,0 ед. (табл.). Учитывая тот факт, что единственным отличием между участками является расстояние, можно предположить проявление негативного воздействия транспортной инфраструктуры на плодородие чернозёма выщелоченного. На расстоянии 50 м структурно-агрегатный состав пашни улучшается, о чём свидетельствует коэффициент структурности (3,2 ед.).

Луговая солонцеватая почва по своему плодородию чуть уступает чернозёмам. Её коэффициент структурности изначально на 20% ниже значения чернозёма и на контрольном участке составляет 2,7 ед. На расстоянии 50–100 м влияния транспортной инфраструктуры на структурно-агрегатный состав обнаружено не было – коэффициент структурности не отличался от контроля. В непосред-

ственной близости от автодороги этот показатель был минимальным – 1,2 ед. Это более чем в два раза меньше, чем коэффициент структурности на расстоянии 200 м от автодороги. Необходимо отметить, что луговая солонцеватая почва и чернозём выщелоченный располагались вдоль одной автомагистрали, поэтому интенсивность движения автотранспорта была примерно одинакова. Следовательно, различные типы почв по-разному реагируют на близость транспортной инфраструктуры.

Качественным показателем экологического состояния пахотных почв считается их водоустойчивость к размывающему действию воды [4–6]. Водопрочность почвенных агрегатов зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и наличия катионов различных металлов [7]. Лучшей по водоустойчивости почвой считают чернозём. В нашем случае на контрольном участке, расположенном в 200 м от автодороги, водопрочность почвенных агрегатов равнялась 54,5%. Это соответствовало отличной водоустойчивости. В непосредственной близости от автомагистрали данный показатель был существенно ниже – 45,6%, что указывает на техногенное нарушение экологического состояния. На расстоянии 10 м водоустойчивость пахотного чернозёма не восстанавливается. Лишь на 20-метровой отметке негативное влияние автодороги ослабевает и водопрочность почвенных агрегатов увеличивается до 47,5%. На расстоянии от дороги 50 м и более этот показатель достигает контрольных цифр. Причинами ухудшения водоустойчивости почвенных агрегатов на прилегающей к дороге территории являются попадание на неё противогололёдных смесей. Эти смеси представляют собой хлористый натрий или сильвинит, в котором также содержится ион натрия. Гумусовые вещества, взаимодействуя с ионами одновалентных металлов, теряют способность склеивать почвенные частицы в водоустойчивые структурные агрегаты. Во время дождя или снеготаяния почва быстро теряет структуру и ухудшает свои показатели плодородия. Аналогичный процесс можно наблюдать в естественных условиях на солонцах или солонцеватых почвах.

В нашем исследовании водопрочность контрольного участка луговой солонцеватой почвы была ниже значений чернозёма выщелоченного. Появле-

Изменение агрофизических свойств пахотных чернозёмов и луговых солонцеватых почв в зависимости от удалённости от автодороги Тюмень – Омск, 2011–2014 гг.

Почва	Показатель	Удалённость от автодороги, м					
		5	10	20	50	100	200 (контроль)
Чернозём выщелоченный (n=35)	K _{стр.}	1,9	1,8	2,0	3,2	3,2	3,4
	K _{водопр.}	46	44	48	53	54	55
	P _b	1,42	1,45	1,33	1,18	1,18	1,21
Луговая солонцеватая (n=12)	K _{стр.}	1,2	1,2	2,3	2,7	2,6	2,7
	K _{водопр.}	33	34	35	43	44	44
	P _b	1,57	1,53	1,54	1,41	1,31	1,32

Примечание: n – количество исследуемых участков, шт; K_{стр.} – коэффициент структурности, ед.; K_{водопр.} – коэффициент водопрочности, %; P_b – плотность сложения почвы, г/см³

ние дополнительного количества ионов натрия усугубило экологическое состояние пашни, примыкающей к автомагистрали. Водопрочность почвенных агрегатов на расстоянии 5 м от дорожного откоса составила 33,1%. Это указывает на проявление более сильного негативного влияния по сравнению с чернозёмом. Такое влияние прослеживается до 20 м по обе стороны дороги. С отметки 50 м водопрочность почвенных агрегатов восстанавливается до величины, соответствующей контролю. Необходимо отметить, что на засоленных почвах негативное воздействие транспортной инфраструктуры проявляется более сильно, чем на остальных.

Изменение структурно-агрегатного состава влечёт за собой ухудшение плотности сложения. Этот показатель по праву считается одним из основополагающих экологического состояния почв. Благодаря ежегодным механическим обработкам полей плотность сложения пахотного горизонта поддерживается на оптимальном уровне — 1,10–1,20 г/см³ [8]. На контрольном участке чернозёма выщелоченного этот показатель соответствовал оптимуму. Плотность сложения пахотного чернозёма в непосредственной близости от автодороги была на 17% выше значений контрольного участка и составляла 1,42 г/см³. Причиной столь сильного уплотнения является меньшая водоустойчивость почвенных агрегатов. Они диспергируются во время дождей, тем самым уменьшая поровое пространство в пахотном горизонте. Мы не исключаем вероятность механического уплотнения, поскольку пятиметровая зона вдоль автомагистралей часто служит разворотной полосой для сельскохозяйственной техники [8]. Однако основной причиной переуплотнения всё же считается потеря агрономически ценной структуры [9]. Как показали ранее проведённые исследования, изменение плотности сложения на фоне ухудшения структурно-агрегатного состава становится причиной резкого снижения фильтрационной способности прилегающих к дорогам участков полей [10]. Также одной из причин ухудшения плотности сложения на расстоянии до 5 м от автодороги является смыв глинистых частиц с поверхности дорожных откосов. Причины механического характера (смыв и уплотнение сельскохозяйственной техникой) не могут объяснить переуплотнение пахотного горизонта чернозёма на расстоянии 10 м. На этой отметке плотность сложения составляет 1,45 г/см³. По мере приближения к отметке 20 м плотность сложения постепенно уменьшается, достигая 1,33 г/см³. На расстоянии 50 м и далее от автомагистрали данный показатель не отличается от контроля.

Участок поля, расположенный на луговой солонцеватой почве, характеризовался повышенной плотностью сложения — 1,32 г/см³, что обусловлено менее благоприятным структурно-агрегатным составом. На наиболее распространённые сельскохозяйственные культуры повышенная плотность

сложения пахотного горизонта не оказывает негативного влияния.

В непосредственной близости от дороги (5 м) данный показатель оказался чрезмерно высоким — 1,57 г/см³. В естественных условиях столь высокая плотность характерна для слоёв с очень низкой водопроницаемостью. Часть территории, прилегающей к автодорогам, переувлажнена, а в дождливый период — подтоплена, причём на расстоянии более 5 м. На отметке 20 м плотность сложения по-прежнему остаётся критично высокой — 1,54 г/см³, а на отметке 50 м — 1,41 г/см³. Причиной столь сильного уплотнения может быть только сильная диспергация структурных агрегатов, вызванная вторичным засолением территории.

Наглядным примером изменения экологического состояния прилегающей к автомобильным дорогам территории является продуктивность пашни на разных по удалённости участках. Сельскохозяйственные культуры резко реагируют как на изменение почвенных условий, так и на наличие вредных веществ и запылённость воздуха. На выщелоченном чернозёме в Западной Сибири аграрии получают относительно высокие урожаи зерновых культур [11]. На контрольном участке пахотного чернозёма средняя урожайность за 2011–2014 гг. составила 4,21 т/га (рис.). В отдельные годы она может достигать и более высоких значений. Поэтому для аграриев крайне важно, чтобы существующая дорожная инфраструктура не оказывала на посевы негативного влияния.

В наших исследованиях средняя урожайность яровой пшеницы по участкам, находящимся на расстоянии 5 м от откоса автодороги Тюмень — Омск, составила 1,76 т/га. Это в 2,4 раза меньше значений контрольного участка. На расстоянии 10 м от автодороги урожайность яровой пшеницы остаётся такой же низкой. Причиной этого, как мы уже отмечали, является неблагоприятная экологическая обстановка, вызванная совокупностью негативного воздействия на почву и на произрастающие растения. Это убедительно доказывает, что участок шириной 10 м вдоль автодорог мало пригоден для возделывания на нём сельскохозяйственных культур.

На отметке 20 м урожайность на чернозёме выщелоченном возрастает до 2,87 т/га — недобор зерна составил 1,32 т/га, или 32% от величины контрольного участка. Потери зерна от негативного влияния транспортной инфраструктуры на участке протяжённостью 1 км и шириной 20 м на чернозёме выщелоченном составляют 5,0 т.

Аналогичная ситуация прослеживается и на участках луговых солонцеватых почв. Максимальная урожайность, несмотря на слабощелочную реакцию почвы, в среднем за годы исследований составила 4,15 т/га. Это доказывает, что в условиях Западной Сибири луговые почвы не уступают по плодородию чернозёмам и должны быть отнесены

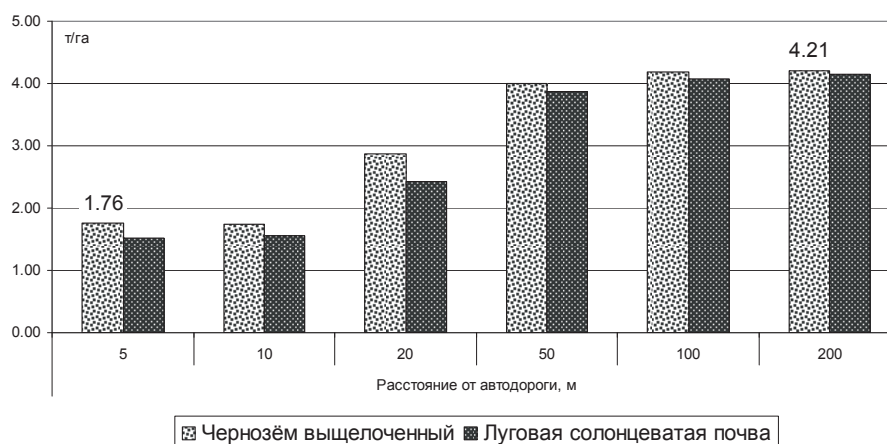


Рис. – Урожайность яровой пшеницы на участках с разной удалённостью от автодороги, т/га (2011–2014 гг.)

к категории наиболее ценных почв. Однако под действием транспортной инфраструктуры урожайность яровой пшеницы на отметках 5 и 10 м была минимальной – 1,51–1,56 т/га. Угнетение сельскохозяйственных культур обнаруживается также на расстоянии 20 м от дороги – урожайность яровой пшеницы на этой отметке была равна 2,42 т/га, что на 42% ниже значений контрольного участка.

Выводы. 1. Коэффициент структурности пахотных чернозёмов и луговых солонцеватых почв составляет 3,4 и 2,7 ед., что соответствует хорошему и удовлетворительному структурно-агрегатному составу. По мере приближения к автодороге количество агрономически ценных агрегатов уменьшается, начинает проявляться глыбистая макроструктура. Участки шириной 10 м по обе стороны дороги характеризуются неудовлетворительным структурно-агрегатным составом – коэффициент структурности составляет 1,8 и 1,2 ед. соответственно.

2. Чернозёмы выщелоченные характеризуются высокой водопрочностью почвенных агрегатов (55%). Луговые солонцеватые почвы обладают изначально меньшей водостойчивостью (44%) по причине наличия в почвенно-поглощительном комплексе ионов натрия, диспергирующих структурные отдельности. Применение противогололёдных смесей, сделанных на основе солей натрия, приводит к серьёзному снижению водопрочности изучаемых почв. Наиболее сильное негативное влияние транспортной инфраструктуры проявляется на луговых солонцеватых почвах на расстоянии, достигающем 20 м, на чернозёмах – сильное негативное воздействие прослеживается только на расстоянии до 10 м.

3. Ухудшение структурного состояния участков полей, прилегающих к автодороге, отрицательно влияет на плотность сложения пахотного горизонта. На расстоянии 10 м на чернозёме выщелоченном плотность составляет 1,42 г/см³, тогда как на контроле – 1,21 г/см³. На луговых солонцеватых почвах прилегающие к автодороге участки становятся практически водонепроницаемыми из-за очень высокой плотности сложения – 1,53–1,57 г/см³, что почти на 20% выше значений контрольного участка.

4. Средняя за годы исследований урожайность яровой пшеницы на пахотном чернозёме и луговой солонцеватой почве составила 4,21 и 4,15 т/га соответственно. Негативного влияния автодорог на расстоянии далее 50 м обнаружено не было. В непосредственной близости (5 м от откоса дорожного полотна) яровая пшеница была крайне угнетена, отмечалась изреженность посевов. Биологическая урожайность соответствовала 1,76 и 1,51 т/га. На отметке 10 м негативный эффект от автодороги был таким же. Это указывает на то, что прилегающие к автодорогам участки полей шириной 10 м мало-пригодны для выращивания зерновых культур.

Литература

1. Ренёв Е.П., Ерёмин Д.И., Ерёмина Д.В. Оценка основных показателей плодородия почв, наиболее пригодных для расширения пахотных угодий в Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 27–31.
2. Сулов А.В. Влияние автотранспорта Новосибирской области на состояние основных насаждений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 1 (21). С. 31–33.
3. Шейн Е.В. Курс физики почв: учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
4. Ерёмин Д.И., Дёмин Е.А. Плотность сложения и структурно-агрегатный состав чернозёма под посевами кукурузы в лесостепной зоне Зауралья // Агробиологическая политика. 2017. № 10 (70). С. 90–93.
5. Якобюк Л.И., Ерёмина Д.В., Ерёмин М.Д. Создание искусственного почвогрунта с использованием оптимизационной модели плодородия чернозёмных почв // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 360–365.
6. Миллер С.С., Рзаева В.В. Влияние основной и послеуборочной обработок почвы на агрофизические свойства почвы и урожайность полевых культур в Северном Зауралье // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сб. ст. IV Междунар. науч.-практич. конф. Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2016. С. 63–66.
7. Ерёмин Д.И. Свойства почвообразующих пород Тура-Пышминского междуречья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 210–213.
8. Слесарев В.Н., Абрамов Н.В. Деградация чернозёма при длительном использовании тяжёлой техники // Земледелие. 1992. № 6. С. 13.
9. Каипов Я.З., Сафин Х.М., Япаров Г.Х. Влияние основной обработки на агрофизические свойства обыкновенного чернозёма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 4 (12). С. 58–61.
10. Eremin, D., Eremina, D. Influence of transport infrastructure on water permeability of soil of Western Siberia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 90 2017. DOI.org/10.1088/1755-1315/90/1/012111.
11. Фисунов Н.В., Федоткин В.А., Иваненко А.С. Эффективность возделывания яровой и озимой пшеницы в Тюменской области // Агробиологическая политика России. 2015. № 10. С. 38–42.