

ОБЪЕМНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВ СОЛОНЦОВОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., Orcid ID: 0000-0002-6203-10787, О.Ф. Хамова, к.б.н., А.С. Бутко, Orcid ID: 0000-0002-7396-1940, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

**Омск, Российская Федерация, 644012, пр-т Королева, 26, тел.: +7 (3812) 77-63-03
тел.: +7 (3812) 77-63-09, yushkevitch LV@yandex.ru, 8 (908) 803-14-58, as.butko2132@omgau.org**

Проведены в обширной северной лесостепи Омской области, с преобладанием почв солонцеватого комплекса, в зернопаровом севообороте с чистым и занятым (донниковым) паром, полевые и лабораторные исследования агрофизического состояния, плодородия солонцовых почв. Выявлено, что в отличие от черноземных почв, иллювиальные солонцовые горизонты (B_1 , B_2) отличаются повышенным набуханием при увлажнении, объемными деформациями и усадкой, уплотнением при высыхании, которые в 1,5-2 раза протекают интенсивнее чем в горизонте A_1 , что затрудняет основную и весеннюю обработки. Возделывание донника в занятом пару повышает скважность, аэрацию, структурное состояние, накопление катиона кальция, изменяется соотношение между жидкой и газообразной фазами в верхнем слое (1:0,82), биологическую активность, накопление $N-NO_3$. Периодическое безотвальное рыхление на глубину 30-35 см, в чистых и занятых парах, сдерживает самоуплотнение и засоление солонцеватых почв восходящими потоками грунтовых вод.

Ключевые слова: сложение, плотность, деформации, донник, пары, рыхление.

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Бутко А.С. Объемные деформации почв солонцового комплекса северной лесостепи Западной Сибири // Плодородие. – 2025. – №1. – С. 42-45. DOI: 10.25680/S19948603.2025.142.09.

В Западной Сибири наименее плодородными почвами являются солонцы и разновидности солонцового комплекса. В Омской области солонцовые почвы занимают более 1,9 млн га, или треть сельскохозяйственных угодий. Наибольшая площадь солонцовых почв расположена в обширной северной лесостепи, где пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур менее половины – 48%.

Наибольший удельный вес низкоплодородных почв в лесостепной зоне в Называевском 67%, в Горьковском 56 и в Любинском 58% районах [1, 2]. Солонцовые почвы разнообразны по мощности надсолонцового горизонта A_1 , агрофизическому и химическому составу иллювиальных горизонтов B , B_2 , что во многом определяется гранулометрическим составом, особенностями водно-воздушного режима, объемными деформациями и уплотнением почвенных горизонтов. Основная площадь почв солонцового комплекса расположена массивами и отдельными пятнами среди более плодородных черноземно-луговых, серых лесных и луговых почв, что осложняет проведение зяблевой обработки и весенне-полевых работ. Значительная часть полей, из-за неблагоприятных агрофизических свойств и переуплотнения, имеет низкую водопроницаемость, что вызывает застывание талых вод. На почвах, расположенных на террасах и гривах крутизной более 2°, наблюдаются повышенный весенний сток и развитие эрозионных процессов. Оставление солонцеватых почв без осенней обработки, с повышенной плотностью (более 1,15 г/см³) и низкой некапиллярной скважностью, осложняет проведение качественного боронования, лущения, повышает засоренность посевов корнеотпрысковыми сорняками и снижает урожайность зерновых культур до 0,3-0,5 т/га [3,4].

Северная лесостепная зона характеризуется умеренно теплым климатом с годовым количеством осадков 350-420 мм, за период вегетации – 210-240 мм. При переходе температуры через 10°C запасы продуктивной влаги под озимыми составляют до 150-170 мм, яровыми – 110-140 мм. Уровень грунтовых вод – 1,7-2,5 м, минерализация

хлоридно-сульфатного типа – 2-8 г/л, $pH_{вод.}$ – 6,9-8,4. Содержание гумуса 5,2-5,8%, подвижного фосфора и калия среднее, общего азота – 0,29-0,35%, гранулометрический состав легкоглинистый с содержанием физической глины 62-75%, илистой фракции – 38-43%.

Цель исследований – изучить состояние и особенности изменений агрофизических свойств почв солонцового комплекса северной лесостепной зоны Омской области.

Методика. Исследования агрофизических параметров объемных деформаций пахотного слоя проводили в зернопаровом севообороте (Тюкалинский район) в северной лесостепи на солонце среднеореховатом лугово-черноземном малонатриевом, луговой солонцеватой и луговой средnezасоленной почве. В полевых и лабораторных исследованиях наблюдали за изменением объема и количественных параметров почв солонцового комплекса в процессе иссушения монолита с помощью прибора ПНГ-1. Исходные плотности почвы: 0,9; 1,1 и 1,3 г/см³. Показатели объемной усадки фиксировали при высыхании почвы от 35 до 5% влажности через каждые 5%, проводили наблюдения за изменением плотности верхнего слоя (0-30 см) в полевых условиях. Повторность 5-кратная [6, 7].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что удельная масса (плотность) солонцеватых почв по профилю метрового слоя изменяется незначительно. В самом верхнем (0-10 см) слое удельная масса почвы составляет 2,56, в нижней части профиля до 2,76 г/см³. Количество непродуктивной влаги в слое 0-100 см среднего солонца достигает 180-185 мм, в лугово-засоленной почве – 190 мм, продуктивная влага при наименьшей влагоемкости (НВ) составляет, соответственно, от 141 до 180 мм.

Выявлено, что, в отличие от черноземных почв, солонцовые горизонты северной лесостепной зоны характеризуются повышенным набуханием при увлажнении, объемными деформациями и усадкой, уплотнением при высыхании, что затрудняет их обработку (табл. 1).

1. Объемные деформации почв лугово-солонцового комплекса северной лесостепи при различной исходной плотности, %

Слой, см	Горизонт почвы	Объемная усадка при высыхании почвы от 35 до 5%				Набухание при увлажнении почвы от 5%			
		Исходная плотность, г/см³							
		0,90	1,10	1,30	среднее	0,90	1,10	1,30	среднее
Солонец среднеореховатый черноземно-луговой									
0-10	A ₁	1,32	10,9	9,1	11,0	15,2	15,3	14,8	15,1
10-15	A ₁	14,0	14,0	11,2	12,6	16,9	17,6	18,0	17,5
15-20	B ₁	19,6	19,6	23,1	21,2	22,7	29,4	32,4	28,2
20-30	B ₁	17,2	17,2	21,1	18,5	25,9	28,7	39,0	31,2
30-40	B ₂	20,2	19,2	20,8	20,1	25,1	29,4	33,5	29,3
Луговая солонцеватая почва									
0-10	A ₁	13,5	14,2	14,6	14,1	17,3	22,0	26,5	21,9
10-20	A ₁ +AB	18,9	14,8	14,8	16,2	26,0	25,0	26,7	25,9
20-30	AB	18,9	17,1	17,7	17,9	24,8	24,3	33,2	27,5
30-40	B ₁	19,0	17,6	17,5	17,4	22,6	26,3	25,7	24,9

Наибольшие различия по параметрам объемной усадки, уплотнения и набухания монолита отмечаются по профилю почвы в солонце среднеореховатом между надсолонцевым и иллювиальным горизонтами. Так, объемная усадка почвы возрастает между горизонтами в среднем с 11,0-12,6 до 18,5-21,2%, или в 1,7 раза, а ее набухание при повторном увлажнении монолита с 15,1-17,5 до 28,2-31,2%, или в 1,8 раза.

В северной лесостепной зоне посевы ярового ячменя занимают более 29 тыс. га и являются, вместе с овсом (27 тыс. га), основными зернофуражными культурами, уступая яровой пшенице более чем в 2,5 раза (142 тыс. га), но обеспечивая более высокую урожайность [8,9].

Установлено, что на посевах ячменя по чистому пару уже в начале весны после снеготаяния и «закрытия» влаги наблюдается самоуплотнение солонца, которое сохраняется до уборки культуры. На луговой солонцеватой почве, имеющей менее плотное сложение верхнего слоя, данные изменения меньше заметны. Это во многом связано с гранулометрическим составом и высоким содержанием катиона натрия в почвенном поглощающем комплексе.

Наблюдения показали, что возделывание донника в занятом пару повышает скважность верхнего слоя и аэрацию лугового солонца. Это проявляется в стабилизации более рыхлого сложения при невысокой (до 1,0 г/см³) плотности, что на 16% меньше, чем в паровом поле (табл. 2).

2. Мелиоративное влияние донника на изменение плотности лугово-солонцовых почв (слой 0-30 см), г/см³ (n=3)

Почва	Осень	После снеготаяния	До посева	Уборка	За период наблюдений
После чистого пара					
Солонец среднеореховатый	1,06	1,22	1,11	1,16	1,14
Луговая солонцеватая	1,04	1,11	1,10	1,14	1,10
Луговая засоленная	1,00	1,02	1,00	1,01	1,01
Среднее	1,03	1,12	1,07	1,10	1,08
После донникового пара					
Солонец среднеореховатый	0,89	1,01	1,01	1,04	0,99
Луговая солонцеватая	0,96	1,01	1,08	1,13	1,04
Луговая засоленная	0,88	0,91	1,03	1,04	0,96
Среднее	0,91	0,98	1,04	1,07	1,00

Повышение скважности почвы в верхнем слое после донникового пара весной и в целом за вегетационный период облегчает перемещение и отток солей в нижние горизонты, повышается биологическая активность пахотного слоя и корнеобитаемой толщи [10].

Уменьшение плотности и более рыхлое сложение в донниковом пару улучшает структурное состояние верхнего слоя солонцеватых почв. Выявлено, что на всех изучаемых почвах коэффициент структурности после донникового пара был выше, чем после чистого – 0,77, особенно в подпахотном слое – 1,21. Однако существенного улучшения водопрочности агрегатов после фитомелиорации при выращивании в пару донника не происходит.

Солонцеватые почвы в лесостепной зоне формируются преимущественно при близком (1,5-2,0 м) уровне грунтовых вод. В период посева, как правило, существенные различия во влагозапасах между чистым и донниковым паром и последующими культурами не прослеживаются. Перед посевом в слое 0-30 см увлажнение почвы достигает 0,65-0,80 % НВ, в отдельные годы и выше.

Наблюдения показали, что возделывание донника влияет на аэрацию солонцеватых почв. В целом плотность верхнего слоя в течение цикла наблюдений на солонце среднеореховатом составила после чистого пара 1,14 г/см³, донникового – 0,99, или на 13,2% меньше, скважность весной перед посевом, соответственно, 59,0 и 65,4%. На луговой солонцеватой и засоленной почве различие было менее заметно и скважность верхнего (0-30 см) слоя составляла, соответственно, 60 и 64%. Водопрочность почвенных агрегатов в надсолонцовом горизонте A₁ имела тенденцию к повышению с 3,7 до 4,4%, в солонцовом (B₁ 20-30 см) с 8,8 до 10,4%. Данные особенности изменения агрофизических свойств отражаются в конечном итоге на соотношении фазового состава и сложении почв солонцового комплекса (табл. 3).

3. Изменение фазового состава в верхнем (0-30 см) слое почв солонцового комплекса и видов паров, % (n=3)

Почва	Фаза			Соотношение жидкой и газообразной фаз
	твердая	жидкая	газообразная	
Чистый пар				
Солонец среднеореховый	42,5	27,6	29,9	1:1,08
Луговая солонцеватая	42,3	26,4	31,3	1:1,18
Луговая засоленная	38,5	32,5	29,0	1:0,89
Среднее	41,1	28,8	30,1	1:0,96
Донниковый пар				
Солонец среднеореховый	38,4	23,9	37,7	1:1,58
Луговая солонцеватая	41,5	27,2	31,3	1:1,15
Луговая засоленная	39,3	30,2	30,6	1:1,01
Среднее	39,7	27,1	33,2	1:0,82

Наименьшая скважность и наибольший дефицит воздуха в верхнем слое после посева ячменя по различным видам паров прослеживаются в луговой засоленной почве при соотношении жидкой и газообразной фаз 1:0,89-1,01. На малонатриевом среднеореховатом солонце наблюдается заметное превышение газообразной фазы над жидкой, особенно после донникового пара – 1:1,58. Данная особенность связана с тем, что донник на среднеореховатом солонце развивается более интенсивно, чем на луговой почве, хотя при подпокровной

технологии ожидаемых высоких урожаев получить не удавалось. В то же время дополнительные корневые остатки оказывали влияние на биологическую активность, азотный режим и инфицированность почвы [11-13].

Выявлено, что в занятых парах солонцевой лесостепи после уборки донника обнаружены лишь следы нитратов (1,7-2,5 мг/кг), в отличие от чистых паров. Так, к осени (сентябрь) содержание $N-NO_3$ в луговой засоленной почве в слое 0-40 см в донниковом пару составило лишь 47 кг/га, в чистом – 81 кг/га, или в 1,7 раза больше. В среднеореховатом солонце различие между видами паров еще более значительное – 27 и 72 кг/га. В то же время, к посеву ячменя после донникового пара на среднеореховатом солонце содержание нитратного азота выравнивается с чистым паром, что обусловлено высокой нитрификационной способностью почвы после возделывания донника. На луговой засоленной почве положительного влияния донника на питательный режим не проявляется, как и на второй культуре (овес) после пара (табл. 4).

4. Влияние паров на солонцевых почвах в зернопаровом севообороте на содержание $N-NO_3$ (0-40 см), $n=3$

Вид пара	Пар		Первая культура (ячмень)			Вторая культура (овес)		
	июль	сентябрь	май	июнь	август	май	июнь	август
<i>Солонец средний</i>								
Чистый	7,0	15,0	14,6	5,8	6,7	6,1	3,7	5,1
Донниковый	1,7	5,6	15,6	4,8	3,0	6,2	2,0	5,9
<i>Луговая засоленная почва</i>								
Чистый	5,2	17,4	17,7	9,3	6,8	4,8	0,3	4,5
Донниковый	2,5	10,3	6,2	2,2	0,9	1,6	0,6	1,1

Обеспеченность солонцевых почв нитратным азотом оказывает определенное влияние на целлюлозолитическую активность верхнего слоя корнеобитаемого слоя. Так, на среднеореховатом солонце под первой культурой после пара (ячмень) влияние занятого донникового пара на целлюлозолитическую активность было близким, или даже меньшим, чем в полевом севообороте с чистым паром. Однако под второй культурой после пара (овес) донниковый пар повышал целлюлозолитическую активность. Положительное влияние донника особенно просматривается во второй период наблюдений (июнь-июль) – 22,7 % против 18,8% после чистого пара (табл. 5).

5. Интенсивность разложения целлюлозы в полевом севообороте в слое 0-40 см, % ($n=4$)

Вид пара	Первая культура после пара – ячмень			Вторая культура после пара – овес		
	июнь	июнь-июль	июнь-август	июнь	июнь-июль	июнь-август
<i>Солонец средний</i>						
Чистый	18,6	31,5	43,1	17,2	18,8*	23,6
Донниковый	17,2	26,2	37,1	18,2	22,7	26,3
HCP_{05}	1,7	6,0	6,6	1,7	2,7	2,8
<i>Луговая засоленная почва</i>						
Чистый	17,3	31,0*	37,0	17,0	24,1*	31,8
Донниковый	16,5	23,1	32,5	16,2	18,7	20,2
HCP_{05}	1,4	7,5	9,0	1,5	3,3	6,9

* $T_{факт.} > T_{теор.}$

Интенсивность разложения целлюлозы на луговой засоленной почве в севообороте с донником была

практически одинаковой или достоверно ниже, чем после чистого пара. Так, на первой культуре (ячмень) интенсивность разложения целлюлозы после чистого пара в течение вегетации составила в среднем 28,4%, после донникового – 24,0 %, на второй культуре (овес), соответственно, 24,3 и 18,4%. Одни из основных причин слабого влияния донника на биологическую активность верхнего слоя солонцеватых почв – невысокая продуктивность (0,60-0,93 т/га, а. с. В.) и недостаточная аэрация корнеобитаемой толщи тяжелого гранулометрического состава с повышенным засолением грунтовых вод.

Предполагалось, что занятые донниковые пары будут способствовать рассолению, а чистые пары, наоборот, их засолению в связи с высоким уровнем грунтовых минерализованных вод. На солонце среднеореховатом грунтовые воды располагались на глубине до 2,0-2,5 м, с минерализацией от 1,5 до 15 г/л, под луговой – 1-2 м, при минерализации значительно выше – до 20-50 г/л, при нейтральном типе засоления. Вероятность данных изменений положительного влияния донника в занятом пару не подтвердилась. В то же время установлено, что возделывание донника в полевых севооборотах способствует обогащению верхнего слоя солонцевых почв солями кальция с участием корневой системы культуры. Так, за период парования в чистых парах содержание водорастворимого кальция в слое 0-0,5 м среднеореховатого солонца уменьшалось до 200 кг/га, а после донника, наоборот, возросло на 810 кг/га. Это способствовало со временем повышению плодородия и оптимизации агрофизических свойств почв солонцового комплекса.

В чистых и донниковых парах применение периодического глубокого безотвального рыхления на глубину 30-35 см на почвах солонцового комплекса оптимизирует уплотнение, аэрацию, улучшает нитратный режим, подавляет развитие корнеотпрысковых сорняков и снижает засоление восходящими токами грунтовых вод.

Заключение. Таким образом, агрофизические свойства почв солонцового комплекса северной лесостепной зоны Омской области имеют специфические особенности по уплотнению, объемным деформациям при высыхании и набухании надсолонцовых иллювиальных горизонтов, которые протекают в 1,5-2,0 раза интенсивнее, чем в горизонте A_1 . Возделывание донника в занятом пару повышает скважность, аэрацию и структурное состояние среднеореховатого солонца, сдерживает самоуплотнение верхнего слоя. В чистых и донниковых парах необходимо проводить периодическое безотвальное рыхление на глубину до 30-35 см, сдерживающее уплотнение и засоление солонцеватых почв восходящими токами грунтовых вод.

Литература

1. Березин Л.В. [и др.]. Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 312 с.
2. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири / Под. ред. В.П. Панфилова. – Омск: Наука, 1976. – 544 с.
3. Макаров А.Р. [и др.]. Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 396 с.
4. Березин Л.В. Мелиорация и использование солонцов Сибири. Л.В. Березин. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 208 с.
5. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. – 522 с.
6. Холмов В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 396 с.

7. Почвенные деформации и методы их исследования: Метод. рекомендации / ВСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ; В.Н. Слесарев, Ю.Ф. Бетехтин. – Новости РК, 1981. – 61 с.
8. Особенности проведения весенне-полевых работ в хозяйствах Омской области в 2024 году. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2024. – 68 с.
9. Юшкевич Л.В. [и др.]. Совершенствование технологии возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2013. – №2. – С. 26-28.
10. Буянкин Н.И. Агрофизика и кинетика в минимизации обработки чернозёмов. / Н.И. Буянкин, В.Н. Слесарев. – Калининград: Янтарный СКАЗ, 2004. – 160 с.
11. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.
12. Хамова О.Ф. [и др.]. Влияние агротехнологий на состояние почвенной биоты и продуктивность ячменя в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2023. – №2. – С. 18-33.
13. Торопова Е.Ю. [и др.]. Влияние агротехнологий на здоровье почвы и растений // Достижение науки и техники АПК. – 2014. – №2. – С. 44-45.

AGROPHYSICAL PROPERTIES AND SOIL FERTILITY OF THE SALINE COMPLEX IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE OMSK REGION

Yushkevich L.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, and Head. Laboratory of resource-saving agricultural technologies, yushkevitchLV@yandex.ru, [Orcid ID: 0000-0002-6203-10787](https://orcid.org/0000-0002-6203-10787); Omsk Agrarian Scientific Center Omsk, Russian Federation 644012, 26 Korolev Ave., tel.: +7 (3812) 77-63-09, yushkevitchLV@yandex.ru

Khamova O.F. Is a candidate of biological Sciences, a leading researcher. Omsk Agrarian Scientific Center Omsk, Russian Federation, 644012, Korolev Ave. 26, tel. 8 (908) 803-14-58

Butko A.S. – scientific employee as.butko2132@omgau.org [Orcid ID: 0000-0002-7396-1940](https://orcid.org/0000-0002-7396-1940) Omsk Agrarian Scientific Center Omsk, Russian Federation 644012, 26 Korolev Ave., tel.: +7 (3812) 77-63-03

In the northern forest-steppe soil-climatic zone, with a predominance of soils of the salt complex, in a grain-steam crop rotation with clean and occupied (donnik) steam, field and laboratory studies of the agrophysical state and fertility of salt soils were carried out. It was revealed that, unlike chernozem soils, illuvial salt horizons (B1, B2) are characterized by increased swelling during humidification, volumetric deformations and shrinkage, compaction during drying, which are 1.5-2 times more intense than in the A1 horizon, which complicates the main and spring processing. Cultivation of sweet clover in an occupied steam increases borehole, aeration, structural condition, and accumulation of calcium cation, the ratio between liquid and gaseous phases in the upper layer changes (1:0.82), biological activity, and accumulation of N-NO₃. Periodic free-fall loosening to a depth of 30-35 cm, in clean and occupied pairs, inhibits self-sealing and salinization of brackish soils by ascending groundwater flows.

The purpose of the research. To study the state and features of changes in the agrophysical properties of soils of the salt complex of the northern forest-steppe zone of the Omsk region.

Keywords: addition, density, deformations, bottom layer, pairs, loosening.

REFERENCES

1. Berezin L.V. [et al.]. Scientific foundations of agriculture of flat landscapes of Western Siberia: monograph, RASKHN. Sib. Sibniiskha department, GOU VPO OmGAU. Omsk; Publishing house of FGOU VPO OmGAU, 2007. – 312 p. 2. Agrophysical characteristics of soils of Western Siberia / edited by V.P. Panfilov. Nauka Publishing House, 1976. – 544 p. 3. Makarov A.R. [et al.]. Soil moisture resources in arid agriculture in Western Siberia: monograph. Omsk: publishing house of FGOU VPO OmGAU, 2005. 396 p. 4. Berezin L.V. Land reclamation and use of Siberian salt pans: monograph / L.V. Berezin. Omsk: Publishing house of FGOU VPO OmGAU, 2005. – 208 p. 5. The system of adaptive agriculture of the Omsk region. FGBNU "Omsk ANTS". Omsk: Publishing house of IP Maksheeva E.A., 2020. – 522 p. 6. Kholmov V.G. Intensification and resource conservation in agriculture of the forest-steppe of Western Siberia: monograph / V.G. Kholmov, L.V. Yushkevich. Omsk: Publishing house of FGOU VPO OmGAU, 2005. – 396 p. 7. Soil deformations and methods of their research: Method. Recommendations / VSKHNIL. Sib. otd-nie. SIBNIISKH; Prepared by: V.N. Slesarev, Yu.F. Betekhtin. – News of the Republic of Kazakhstan; 1981. – 61 p. 8. Features of spring field work in farms of the Omsk region in 2024: practical recommendations. Omsk: Omsk Federal State Budgetary Educational Institution "Omsk ANTS", 2024. – 68 p. 9. Yushkevich L.V. [et al.]. Improving the technology of barley cultivation in the forest-steppe of Western Siberia // Agriculture. 2013. No.2. 26-28 p. 10. Buyankin N.I. Agrophysics and kinetics in minimizing the processing of chernozems: monograph / N.I. Buyankin, V.N. Slesarev. // Russian Academy of Agricultural Sciences – Kaliningrad: Amber Tale; 2004. 160 p. 11. Kiryushin V.I. Ecologization of agriculture and technological policy. Monograph: publishing house of the Ministry of Agriculture, 2000. 473 p. 12. Khamova O.F. [et al.]. The influence of agrotechnologies on the state of soil biota and productivity of barley in the forest-steppe of Western Siberia // Agriculture. – 2023. No.2. 18-33 p. 13. Toropova E.Yu. [Et al.]. The influence of agrotechnologies on the health of soil and plants of soil and plants // Achievement of science and technology of the agro-industrial complex, 2014. No.2. 44-45 p.