

к фону – на 0,1-1,8 т/га. Максимальный урожай сахарной свеклы в вариантах с применением фосфоритной муки составил 24,7-26,8 т/га, что на 6,5-8,6 т/га больше фоновых значений. Таким образом, внесение местных сыромолотых фосфоритов на черноземе выщелоченном способствует улучшению агрохимических показателей почвы и получению дополнительных урожаев сельскохозяйственных культур.

#### Литература

1. Алиев, Ш.А. Научное обоснование применения местных агоруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья / Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 240 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году». – М.: 2021. – 572 с.
3. Кирпичников, Н.А. Научное обоснование применения фосфоритной муки в условиях многолетнего полевого опыта / Н.А. Кирпичников, Л.Б. Чернышкова // Плодородие. – 2017. – № 5. – С. 20-23.
4. Минеев, В.Г. Роль минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии / В.Г. Минеев, Л.А. Бычкова // Почвы – национальное достояние России: материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. – Новосибирск: Наука-Центр, 2004.
5. Национальный атлас почв Российской Федерации. – М.: Астрель: АСТ, 2011. – 632 с.
6. Новые виды фосфорсодержащих комплексных удобрений и туко-месей. Технологии получения и агрохимическая эффективность: монография / К.Т. Жантасов [и др.]; Под ред.: О.Б. Дормешкина, К.Т. Жантасова. – Минск: БГТУ, 2020. – 307 с.

7. Оценка применения фосфоритной муки и динамика фосфатного режима почв / В.И. Комаров, Н.А. Комарова, А.В. Гришина, В.Н. Темников // Агрохимический вестник. – 2008. – № 6. – С. 32-34.
8. Приемы повышения плодородия почв (известкование, фосфоритование, гипсование): науч.-метод. реком. – М.: Росинформпротек, 2021. – 116 с.
9. Сорокина, О.А. Эффективность действия и последствие фосфоритной муки на черноземе выщелоченном / О.А. Сорокина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 6. – С. 3-10.
10. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Республики Татарстан на 15.03.2021 г.
11. Фосфоритная мука: способы ее получения и применение / Ф.Ф. Можейко, И.И. Гончарик, З.А. Готто [и др.]. Труды БГТУ. №3// Химия и технология неорганических веществ. – 2014. – № 3. – С. 84-88.
12. Чекмарев, П.А. Подвижный фосфор и его баланс в пахотных почвах Республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, К.В. Владимиров // Состояние и динамика плодородия почв в связи с продуктивностью земледелия: материалы IX Международного симпозиума НП «Содружество учёных агрохимиков и агроэкологов», Казань, 09–12 июня 2017 года / Под ред. В.Г. Сычева. – Казань: ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2017. – С. 15-26.
13. Alewell, C., Ringeval, B., Ballabio, C. et al. Global phosphorus shortage will be aggravated by soil erosion. Nat Commun 11, 4546 (2020).
14. Hellal, F., El-Sayed, S., Zewainy, R. et al. Importance of phosphate rock application for sustaining agricultural production in Egypt. Bull Natl Res Cent 43, 11 (2019).
15. Le Mare, P. (1991). Rock Phosphates in Agriculture. Experimental Agriculture 27, 4 (1991).
16. Syers J.K., Johnston A.E., Curtin D. (2008) Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. Report no. 18, FAO Fertilizer and plant nutrition bulletin, Rome.

## INFLUENCE OF PHOSPHORITE MEAL ON THE AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF LEACHED CHERNOZEM AND THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS IN THE AFTER EFFECT

*K.R. Garafutdinova, G.F. Rakhmanova, R.R. Masnavieva*

*Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science of FRC Kazan Scientific Center of RAS, 420059 Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, E-mail: amiliamilka24@gmail.com*

*The results of six-year field studies on the introduction of phosphate rock in doses of 4 and 6 t/ha for various crops on leached chernozem are presented. The results revealed a positive effect of the introduction of raw-milled phosphorites on the agrochemical characteristics: the pH index improved by 0.1-0.7 units, hydrolytic acidity – by 0.8-1.3 meq/100 g of soil compared with the control. The content of phosphorus in different years was higher than the control values by 8-98 mg/kg. The maximum effect is observed within four years after application, the most effective dose of phosphorite was 6 t/ha. The yield of grain crops varied from 0.6 to 2.1 t/ha, sugar beet – from 3.8 to 10 t/ha. Among grain crops, spring barley became the most responsive to the use of phosphorites, and a high yield increase was also obtained when cultivating sugar beet in the second year of the experiment.*

УДК 631.5:631.8:631.4

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.07

## ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., А.Г. Щитов, к.с.-х.н., Д.Н. Ющенко, С.П. Кашинская, Омский АНЦ Россия, 644012, г. Омск, пр-т Королева, 26*

*Приведены результаты длительных (более 20 лет) стационарных исследований изменения агрофизических параметров черноземных почв лесостепных агроландшафтов Западной Сибири.*

*Установлено, что многолетнее применение средств интенсификации и ресурсосберегающих систем обработки почв в зернопаровом севообороте оптимизирует плотность, соотношение между воздухом и влагой в верхнем (0-30 см) слое, структуру, содержание водопрочных агрегатов, органическое вещество, водный режим и водопотребление зерновых культур при повышении урожайности качественного зерна на 0,66-1,89 т/га с содержанием клейковины до 26,4-29,4 %.*

*В стационарных опытах необходимо проводить мониторинговые наблюдения за изменением агрофизических свойств зональных черноземных почв.*

*Ключевые слова: черноземные почвы, комплексная химизация, плотность, сложение, органическое вещество, агрегатный состав, водопотребление, качество зерна.*

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Ющенко Д.Н., Кашинская С.П. Оптимизация агрофизических свойств черноземных почв лесостепных агроландшафтов Западной Сибири// Плодородие. – 2022. – №5. – С. 26-29.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.07.

Расширение в засушливых агроландшафтах региона интенсивных агротехнологий изменяет со временем биомассу агроценоза, количество стерневых и пожнивных остатков, агрофизические параметры, в том числе плотность, агрегатный состав, водно-воздушный режим, водопотребление и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Агрофизические свойства зональных черноземных почв, направленность их изменений при ресурсосберегающих агротехнологиях и интенсификации земледелия оказывают непосредственное влияние на произрастание зерновых культур. Определяющим фактором агрофизического состояния верхнего корнеобитаемого слоя почвы является его плотность. Установлено, что для зональных черноземных почв оптимальная плотность верхнего слоя составляет для яровой пшеницы 1,15-1,20 г/см<sup>3</sup> при содержании твердой фазы 40-45%, жидкой – 32-36 и газообразной – 20-24%.

При оптимальной равновесной плотности почвы скважность (порозность) составляет около 55-62%, аэрация – 25-30%. На зональных гумусированных обыкновенных и выщелоченных черноземах формируется благоприятная оструктуренность верхнего слоя с устойчивым сложением и высоким (более 60%) содержанием водопрочных агрегатов. Благоприятный водный режим почвы при возделывании сельскохозяйственных культур складывается при увлажнении метровый толщи до 0,7-0,8 НВ, высокой устойчивости поля к дефляции (<50 г). Освоение интенсивных, ресурсосберегающих агротехнологий оказывает определенное влияние на состояние агрофитоценоза и со временем изменяет основные агрофизические параметры корнеобитаемого слоя. Данные исследования в длительных стационарных опытах ограничены.

**Цель исследований** – установить изменение агрофизических свойств зональных черноземов при длительном антропогенном влиянии (обработка почвы, удобрения, пестициды).

Объект исследований – длительные стационарные опыты «Омского АНЦ» (с 1973 г.) проведены в лесостепных агроландшафтах региона.

Лугово-черноземная почва имеет тяжелый гранулометрический состав, высокую гумусированность – 7-8%, емкость обмена – 50-80 мг-экв/100 г почвы с преобладанием катиона кальция, нейтральным (рН 6,6-6,8) типом засоления. Объемная масса гумусового горизонта – 0,8-1,2 г/см<sup>3</sup>, порозность – 55-70%. В составе порозности преобладают (до 73%) тонкие поры. Водопроницаемость гумусового горизонта лугово-черноземных почв высокая, особенно в первый час впитывания.

Почвенно-климатическая зона лесостепи имеет недостаточное увлажнение (320-400 мм годовых осадков) и благоприятную теплообеспеченность при сумме температур более 10С<sup>0</sup> до 2100С<sup>0</sup> [4, 5].

**Результаты и их обсуждение.** Уплотнение гумусового горизонта зависит от генезиса, содержания гумуса и гранулометрического состава. Взаимодействие зональных почв с абиотическими факторами внешней среды и длительным применением средств интенсификации создает основу для совершенствования приемов обработки почвы в направлении минимизации. Закономерные изменения плотности почв, в том числе под воздействием техногенных деформаций, оказывают влияние на порозность и размеры некапиллярных пор, соот-

ношение между воздухом и влагой, структуру, водопроницаемость и водный режим корнеобитаемого слоя.

Основная особенность зональных черноземных почв – высокая устойчивость к уплотнению, причем с увеличением гумусированности верхнего слоя и содержанием водопрочных агрегатов устойчивость возрастает. Установлено, что за длительный период наблюдений (19 лет) изменение плотности верхних слоев зональных черноземных почв носит характер тенденции (табл. 1).

**1. Плотность верхнего (0-20 см) слоя черноземных почв, г/см<sup>3</sup>**

Приемы обработки почвы	Почвенный слой, см		
	0-10	10-20	0-20
Вспашка	0,93 + 0,0061x	0,90 + 0,0131x	0,92 + 0,0096x
Плоскорезная	0,96 + 0,0008x	1,01 + 0,0077x	0,98 + 0,0034x
Нулевая	0,99 + 0,0011x	1,03 + 0,0095x	1,01 + 0,0053x

Примечание. x-фактор времени, лет.

Уплотнение почвы крайне невелико и в варианте с минимальной обработкой составляет всего 0,0095-0,0105 г/см<sup>3</sup> при вариации по годам менее 10%. По мере приближения плотности к оптимальной (1,10-1,15 г/см<sup>3</sup>) характер незначительных изменений в обозримом будущем еще более замедлится и переуплотнение оструктуренных черноземных почв, в отличие от солонцеватых, не проходит [7].

Плотность верхнего слоя черноземных почв и сложение определяются не только приемами обработки и интенсивными технологиями, но и увлажнением почвы в течение вегетации. Так, в засушливые летнее-осенний период плотность верхнего слоя черноземных почв может возрастать до 1,18-1,28 г/см<sup>3</sup> и более, однако в увлажнённые годы она не превышает 0,80-1,10 г/см<sup>3</sup> в связи с деформацией и усадкой почвы при иссушении.

Как правило, потери влаги из корнеобитаемого слоя сопровождаются объемной усадкой и образованием на поверхности поля трещин, при увлажнении – набуханием и снижением уплотнения.

Установлено, что при высыхании почвы от 35 до 5% отмечается ее постепенное уплотнение, которое зависит от исходной плотности и гранулометрического состава (табл. 2).

**2. Объемная усадка черноземов почв Западной Сибири (слой 0-20 см), %**

Плотность, г/см <sup>3</sup>	Интервалы влажности			Сумма	НСР <sub>05</sub> , %
	НВ – ВРК	ВРК – ВЗ	ВЗ – МГ		
<i>Выщелоченного среднесуглинистый чернозем (пожная лесостепь)</i>					
0,9	5,35	3,11	4,18	12,62	0,82
1,1	2,83	2,72	1,77	7,32	
1,3	2,42	1,08	1,6	5,1	
<i>Обыкновенный легкоглинистый чернозем (степная зона)</i>					
0,9	3,03	5,73	2,94	11,7	0,9
1,1	1,96	3,03	2,66	7,65	
1,3	1,38	1,12	1,18	3,68	

Примечание. НВ – наименьшая влагоемкость почвы; ВРК – влажность разрыва капиллярной связи; ВЗ – влажность завядания; МГ – максимальная гигроскопичность.

Наибольшие объемные деформации почвы и ее уплотнение на выщелоченном среднесуглинистом черноземе происходят на более рыхлой почве в интервале влажности от НВ до ВРК, на обыкновенном легкоглинистом черноземе степной зоны от – ВРК до ВЗ, на переуплотнённой почве уплотнение в 2,5-3,2 раза слабее. Процесс объемных деформаций в почве происходит под действием иссушения с последующим уплотнением и образованием, под действием различных напряжений в верхнем слое, глубоких трещин. На почвах тяжелого

гранулометрического состава при увеличении фракций менее 0,01 мм до 60-65% и катиона Na<sup>+</sup> в почвенном поглощающем комплексе, солонцеватости, процесс объемных деформаций, уплотнение и трещиноватость поверхности почвенного профиля возрастают.

Прогнозирование развития трещиноватости почвы в годы засушливые и с повышенным осенним увлажнением позволяет определиться с выбором приемов и площади зяблевой обработки черноземных почв Западной Сибири.

В засушливых условиях региона к посеву зерновых культур, при дефиците увлажнения и повышенной некапиллярной скважности, даже при уплотнении верхнего слоя, близком к оптимуму (1,10-1,15 г/см<sup>3</sup>), содержание жидкой фазы составляет лишь 18-26%, газообразной – достигает 28-38%, что требует дополнительного прикатывания. На пшенице после пара при плотности верхнего слоя выщелоченного чернозема 0,90 г/см<sup>3</sup>, содержание газообразной фазы достигает 41%, а при плотности 1,00 г/см<sup>3</sup> – 38% и уплотнении до 1,20 г/см<sup>3</sup> – только 26%, или в 1,6 раза меньше. Количество жидкой фазы в верхнем слое повышалось, соответственно, до 23-24 и 29%.

Превышение содержания в почве воздуха над влагой способствует повышенному газообмену и потерям влаги, особенно весной. Выявлено, что парование, кулисы, снегозадержание, мульчирование поля соломой увеличивают жидкую фазу в почве до 3,5%, и приближают соотношение между воздухом и влагой к оптимальному – до 0,80-1,00 [9, 10].

Выявлено, что длительное внесение соломенной мульчи, удобрений и пестицидов со временем оптимизирует сложение черноземов и повышает содержание растительных остатков в замыкающем поле зернопарового севооборота до 1,44 т/га (на 67%). При этом количество жидкой фазы в верхнем слое возрастает до 30% (на 11%), а газообразная снижается с 29 до 25%. Соотношение между воздухом и жидкой фазой в верхнем слое почвы сужается до 0,80-0,85, что соответствует оптимальным агрофизическим параметрам.

Накопление и интенсивность разложения органических остатков и их гумификации на почвах черноземного ряда зависят от технологии возделывания ячменя (табл. 3).

### 3. Содержание гумуса в зависимости от технологий возделывания ячменя (в среднем за 18 лет), %

Обработка почвы (В)	Вариант технологии (А)		+,-
	экстенсивная	интенсивная	
0-20 см НСР <sub>05</sub> А=0,15			
Вспашка	7,75	8,11	0,36
Плоскорезная	8,17	8,38	0,21
Нулевая	7,96	8,32	0,36
Среднее (НСР <sub>05</sub> В=0,22)	7,96	8,27	0,31
20-40 см F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>			
Вспашка	6,65	6,68	0,12
Плоскорезная	6,71	6,67	-0,04
Нулевая	6,60	6,69	0,09
Среднее (F <sub>ср</sub> < F <sub>05</sub> )	6,62	6,68	0,06

Наибольшее повышение гумусированности верхнего слоя (0-20 см) почвы наблюдается в варианте комплексной химизации при ресурсосберегающих системах обработки почвы. Так, в длительном опыте содержание гумуса на мелкой плоскорезной обработке в слое 0-20 см существенно выше, чем на вспашке, что со

временем положительно влияет на структурный состав и водопрочность почвенных агрегатов, (табл. 4).

### 4. Влияние технологии возделывания ячменя на коэффициент (К) структурности и содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм (%) (за 26 лет)

Обработка почвы в севообороте (А)	Вариант технологии (В)				Среднее по вариантам	
	экстенсивная		интенсивная		К структурности	>0,25 мм
	К структурности	>0,25 мм	К структурности	>0,25 мм		
Слой 0-10 см						
Вспашка	0,94	51,5	1,54	58,6	1,24	55,1
Комбинированная	0,98	51,3	1,37	55,7	1,18	53,5
Плоскорезная	1,23	55,8	1,83	61,5	1,53	58,7
Нулевая	1,33	56,6	1,88	60,9	1,61	58,8
Среднее	1,12	53,8	1,66	59,2	1,39	56,5
НСР <sub>05</sub>	А				0,2	2,9
	В				0,2	1,9
Слой 10-20 см						
Вспашка	0,92	50,7	1,30	55,5	1,11	53,1
Комбинированная	0,95	52,3	1,41	54,6	1,18	53,5
Плоскорезная	0,88	46,9	0,97	50,9	0,93	48,9
Нулевая	0,96	48,4	1,19	51,7	1,08	50,1
Среднее	0,93	49,6	1,22	53,2	1,08	51,4
НСР <sub>05</sub>	А				F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>	2,6
	В				0,2	1,7

Благоприятная оструктуренность корнеобитаемого слоя во многом определяется генезисом почв и климатическими особенностями региона. Устойчивое во времени накопление пожнивных остатков, гумуса повышает в почвенном поглощающем комплексе содержание катионов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, что способствует формированию механической прочности сухих и водопрочных агрегатов и повышает устойчивость верхнего слоя к уплотнению, снижает целесообразность интенсивной обработки. Длительное освоение интенсивных агротехнологий со временем способствует повышению коэффициента структурности в верхнем слое почвы в 1,5 раза и водопрочных агрегатов – на 5,4 %. В подповерхностном (10-20 см) слое данные изменения так же прослеживаются, однако минимальная обработка почвы не имеет устойчивых преимуществ над вспашкой.

Засушливые агроландшафты региона, где производится более 70% зерна, характеризуются преобладанием ветровой эрозии (дефляции) на площади более 1,2 млн га. Высокая степень распаханности агроландшафтов (до 80-94%), незначительная залесенность территории (до 2-8%), крупность полей (до 400 га), сухость климата и ветровой режим, особенно весной, приводят к развитию дефляции и потере плодородия зональных почв.

В зернопроизводящих зонах региона, где производится более 70% зерна яровой пшеницы, из 2,3 млн га пашни дефляции подвержено более 1 млн га черноземных почв.

Ветроустойчивость поверхности поля определяется шероховатостью (комковатостью) верхнего (0-5 см) слоя почвы и наличием условной стерни или растительных остатков. Систематическое применение средств интенсификации при почвозащитной обработке почвы способствует повышению продуктивности агроценоза, что со временем оказывает положительное влияние на агрегатный состав и снижение дефляции почвы (табл. 5).

### 5. Эрозионная устойчивость поверхности поля в зависимости от агротехнологии возделывания (южная лесостепь)

Система обработки почвы (А)	Вариант технологии (В)						Среднее по обработке		
	экстенсивная			интенсивная					
	К	С	Э	К	С	Э	К	С	Э
Вспашка	62,9	21,3	23,1	65,5	24,3	19,0	64,2	57,8	21,0
Комбинированная	63,1	73,3	17,1	68,8	106,3	12,6	66,0	89,8	14,9
Плоскорезная	69,6	95,3	12,6	69,6	155,0	11,6	69,6	125,2	12,1
Нулевая	70,4	137,3	9,8	72,3	189,0	8,3	71,4	163,2	9,1
Среднее	66,5	81,8	15,6	69,1	118,6	12,9	68,2	113,6	13,9
НСР <sub>05</sub>	фактор А						3,4	28,0	3,6
	фактор В						2,2	39,5	2,3

Примечание. К – комковатость, %, С – количество условной стерни, шт/м<sup>2</sup>, Э – эродированность, г.

Выявлено, что со временем комковатость поверхности поля возрастает от вспашки до нулевой обработки почвы, а дефляция снижается в 2,3 раза.

При длительном применении средств химизации содержание соломы и растительных остатков на поверхности поля повышается в среднем на 31%, при уменьшении податливости почвы к дефляции – на 22% относительно контроля (без химизации).

### 6. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения комплексной химизации в зернопаровом севообороте (южная лесостепь), (в среднем за 2005-2019 г.)

Вариант	Технологические показатели зерна (качество зерна)					Урожайность т/га
	масса 1000 зерен, г	на-тура, г/л	стек-ловид-ность, %	содержание, %		
				белка	клей-кови-ны	
<b>Пшеница после пара</b>						
Контроль (без химизации)	32,2	740	50	13,65	27,5	2,02
Комплексная химизация	35,6	750	51	14,64	29,4	3,91
НСР <sub>05</sub>	0,56	4,0	1,1	0,93	0,7	0,10
<b>Вторая пшеница после пара</b>						
Контроль (без химизации)	32,4	752	45	12,55	25,1	1,55
Комплексная химизация	36,1	761	48	13,50	27,0	3,26
НСР <sub>05</sub>	0,86	3,5	1,6	0,21	0,4	0,12
<b>Третья пшеница после пара</b>						
Контроль (без химизации)	30,6	747	41	12,05	23,9	1,12
Комплексная химизация	35,1	762	49	13,11	26,4	1,78
НСР <sub>05</sub>	0,58	3,8	2,1	0,27	0,6	0,14

Интенсивная технология возделывания зерновых культур в лесостепных агроландшафтах Западной Си-

бири способствует не только существенному повышению продуктивности агроценоза, но и более экономному расходу ограниченных водных ресурсов (79-86 мм) на формирование 1 т зерна.

**Выводы.** Длительное (более 20 лет) систематическое рациональное применение комплексной химизации и ресурсосберегающей системы обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в зернопаровом севообороте способствует оптимизации агрофизических параметров черноземных почв Западной Сибири, экономии ограниченных водных ресурсов и повышению урожайности качественного зерна на 0,66-1,89 т/га, или на 59-94% с содержанием клейковины до 29,4 %.

#### Литература

- Холмов В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич – Омск: изд-во Ом ГАУ, 2005. – 396 с.
- Буянкин Н.И. Агрофизика и кинетика в минимизации основной обработки чернозёмов / Н.И. Буянкин, В. Н. Слесарев; РАСХН – Калининград: Янтарный СКАЗ, 2004. – 160 с.
- Канарак А.К. К вопросу обеспечения растений влагой и воздухом при различном уплотнении почв / А. Канарак, Р. Таллер // Почвоведение. – 1962. – №5. – С.106 – 113.
- Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) // СИБНИИРС хозва – Новосибирск: РАСХН СО, 2003. – 412 с.
- Слесарев В.Н. Устройство для регистрации вертикальных деформаций почвы / В.Н. Слесарев, Ю.Ф. Бетехтин // Почвоведение. – 1976. – №6. – С. 134 – 137.
- Черепанов М.Е. Снегозадержание в почвозащитном земледелии Западной Сибири / М.Е. Черепанов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ие, 1988. – 160 с.
- Макаров А.Р. Ресурсы почвенной влаги в засушливых земледелии Западной Сибири / А.Р. Макаров, М.Е. Черепанов, Л.В. Юшкевич. – Омск, 1992. – 146 с.
- Reckling M., Hecker J.-M., Bergkvist G., Watson C., Zander P., Stoddard F., Eory V., Topp K., Maire J., Bachinger J. (2016). A cropping system assessment framework – evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. European Journal of Agronomy 76:186-197. Corpus ID: 86132502, DOI: 10.1016/J.EJA.2015.11.005.

### OPTIMIZATION OF AGROPHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM SOILS OF FOREST-STEPPE AGRICULTURAL LANDSCAPES OF WESTERN SIBERIA

L.V. Yushkevich, Doctor of Agricultural Sciences, A.G. Shields, Candidate of Agricultural Sciences, D.N. Yushchenko, S.P. Kashinskaya, Omsk ANC

The results of long-term (more than 20 years) stationary studies of changes in agrophysical parameters of chernozem soils of forest-steppe agricultural landscapes of Western Siberia are presented.

It has been established that the long-term use of means of intensification and resource-saving soil treatment systems in the grain-steam crop rotation optimizes the density, the ratio between air and moisture in the upper (0-30 cm) layer, the structure, the content of water-bearing aggregates, organic matter, water regime and water treatment of grain crops with an increase in the yield of high-quality grain by 0.66-1.89 t/ha with a gluten content of up to 26.4-29.4%.

In stationary experiments, monitoring observations of changes in the agrophysical properties of zonal chernozem soils should be carried out.

Keywords: chernozem soils, complex chemicalization, density, addition, organic matter, aggregate composition, water consumption, grain quality.