



## ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

С. Д. ГИЛЕВ,

кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе,

И. Н. ЦЫМБАЛЕНКО,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,

А. А. ЗАМЯТИН,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,

А. П. КУРЛОВ,

старший научный сотрудник, Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

(641325, Курганская обл., Кетовский р-н, с. Садовое, ул. Ленина, д. 9)

**Ключевые слова:** способы обработки почвы, плотность, скважность, удельная масса почвы, урожайность.

Повсеместный переход отрасли земледелия Зауралья на бесплужную систему обработки и прямой посев в стерневые фоны требует постоянного контроля за структурным сложением почвы, оптимальное состояние которого изменяется под действием природных и управляемых факторов (гидротермические условия вегетационного периода, подтип чернозема, гранулометрический состав, водный режим почвы, способ обработки и др.). Одним из основных показателей физического состояния почвы является объемная масса, или плотность почвы. Предварительными исследованиями в центральной лесостепной зоне установлено, что на фоне глубоких отвальной и плоскорезной обработок плотность пахотного слоя выщелоченного среднесуглинистого чернозема находится в пределах 1,13–1,18 г/см<sup>3</sup>, при уменьшении глубины плоскорезной обработки до 10–12 см она увеличивается до 1,24 т/см<sup>3</sup>. В статье наглядно показана динамика плотности почвы в зависимости от условий увлажнения. В засушливый весенний период 2009 г. плотность почвы на вариантах минимальных обработок увеличивалась до 1,36–1,37 г/см<sup>3</sup>, а к следующей весне 2010 г., с хорошими влагозапасами, на этих же вариантах снижалась на 0,12 г/см<sup>3</sup>. Нашими исследованиями не установлено отрицательного влияния плотности в рамках 1,0–1,3 г/см<sup>3</sup> на урожайность яровой пшеницы. Аналогичное заключение делают ученые Западной Сибири, считая, что «отсутствует четкая сопряженность между показателями плотности и урожайностью зерновых культур». Особый интерес вызывает динамика плотности почвы в опыте, где в течение 8 лет изучается сравнительная эффективность прямого посева с технологией посева по отвальной обработке. За последний трехлетний период, который отличался засушливыми условиями, в этом опыте наметилась тенденция увеличения плотности почвы в слое 0–20 см на вариантах гербицидного пара (без механических приемов обработки) до 1,33 г/см<sup>3</sup> против 1,29 г/см<sup>3</sup> по зернобобовому предшественнику. Изменение плотности в данном диапазоне не оказало заметного влияния на урожайность возделываемых культур. Результаты наших исследований подтверждаются данными ученых Западной Сибири, Южного Урала и других регионов, которые свидетельствуют о том, что выщелоченные черноземы отличаются хорошим структурным сложением и отличаются высокой устойчивостью к переуплотнению.

## THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON THE PHYSICAL CONDITION OF LEACHED BLACK SOILS AND CROPS IN THE TRANS-URAL REGION

S. D. GILEV,

candidate of agricultural sciences, deputy director on scientific work,

I. N. TSYMBALENKO,

candidate of agricultural sciences, leading researcher,

A. A. ZAMYATIN,

candidate of agricultural sciences, leading researcher,

A. P. KURLOV,

senior researcher, Kurgan Agricultural Research Institute

(9 Lenina Str., 641325, Kurgan reg., Ketovsky dist., Sadovoe)

**Keywords:** tillage methods, density, porosity, unit weight of soil, productivity.

Widespread adoption of agriculture Trans-Urals on non-plow processing system and direct seeding in stubble back-grounds require constant monitoring of structural soil structure, the optimum condition of which changes under the influence of natural and managed factors (hydrothermal conditions of the vegetation period, the subtype of soil, particle size distribution, the water regime of the soil, the method of processing and others). One of the main indicators of the physical condition of the soil is a three-dimensional mass or density of the soil. Preliminary studies in the Central forest-steppe zone is established, that on a background of deep moldboard and flat-cutting treatments, the density of the top-soil leached medium black soil is in the range of 1.13–1.18 g/cm<sup>3</sup>, while reducing the depth flat-cutting processing up to 10–12 cm, it increases to 1.24 t/cm<sup>3</sup>. The article illustrates the dynamics of the density of the soil, depending on moisture conditions. In the dry spring of 2009 the density of soil options on the minimum of the treatment was increased to 1.36 to 1.37 g/cm<sup>3</sup>, and by the following spring of 2010, with good water content, these variants was reduced to 0.12 g/cm<sup>3</sup>. Our studies have not established the negative impact of density in the framework of 1.0–1.3 g/cm<sup>3</sup> on the yield of spring wheat. A similar conclusion does scientists in Western Siberia, believing that there is no clear correlation between density and yield of grain crops. Of particular interest is the dynamics of the density of the soil in the experiment, where for 8 years studied comparative effectiveness of direct seeding technology of sowing on moldboard treatment. Over the last three-year period, which differed arid conditions, this experience has a tendency to increase the density of the soil layer 0–20 cm herbicide options pair (without mechanical processing techniques) to 1.33 g/cm<sup>3</sup> versus 1.29 g/cm<sup>3</sup> for leguminous predecessor. The change of the density in this range had no significant effect on the yield of crops. Our results are supported by the data scientists of Western Siberia, the Southern Urals and other regions, which suggests that leached chernozems have good structural addition and have a high resistance to compaction.

Положительная рецензия представлена В. В. Немченко, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Курганского научно-исследовательского института сельского хозяйства.



Физические свойства выщелоченных черноземов Зауралья по основным показателям благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур. По данным А. Ф. Бахаревой (1959), на фоне отвальной системы обработки плотность пахотного слоя среднесуглинистого выщелоченного чернозема находится в пределах оптимальных значений; удельная масса твердой фазы (отношение массы твердой фазы к массе воды в том же объеме при температуре 4 °С) в перегнойном слое составляет 2,54, что свидетельствует о средней гумисированности; общая скважность метрового слоя колеблется в пределах 42,42–53,25. По оценке Н. А. Качинского и др. (1950), эти показатели свидетельствуют об удовлетворительном состоянии физических свойств данного подтипа чернозема (табл. 1).

Одним из основных показателей физического состояния почвы является плотность. Именно в зависимости от плотности почвы формируется водный, воздушный режимы и микробиологическая деятельность почвы. Диапазоны плотности во многом определяются гранулометрическим составом. Для глинистых и суглинистых почв она изменяется в пределах 1,0–1,3 г/см<sup>3</sup>; легкосуглинистых — 1,1–1,4; супесчаных — 1,20–1,45 и песчаных — 1,25–1,60 г/см<sup>3</sup> (Бондарев, Кузнецов, 1998).

Большинство ученых считают, что для активного роста и развития растений вредна как рыхлая, так и переуплотненная почва. По данным В. Н. Слесарева (1981), на почве с плотностью 0,9 и 1,5 г/см<sup>3</sup> урожайность зерновых культур может снижаться на 32 %. Причина заключается в том, что высокая плотность (1,5 см<sup>3</sup>) затрудняет возможность корневой системы проникать в нижележащие увлажненные горизонты, а почва с низкой плотностью (0,9 г/см<sup>3</sup>) в результате повышенного диффузного испарения имеет неблагоприятный водный режим.

Исследованиями А. И. Шевлягина (1963) установлены оптимальные параметры плотности пахотного слоя средневывщелоченного среднегумусового тяжелосуглинистого чернозема Западной Сибири на уровне 1,0–1,2 г/см<sup>3</sup>. Позднее эти же параметры оптимальной плотности в своих исследованиях подтвердили В. Г. Холмов (1981), В. Н. Слесарев (1984) и другие.

По сведениям М. А. Глухих, А. П. Попова (2003), плотность среднесуглинистого маломощного выщелоченного чернозема центральной лесостепной зоны Зауралья в слое 0–30 см изменялась в зависимости от способов обработки почвы в следующих пределах: при отвальном — 1,13–1,16 г/см<sup>3</sup>, плоскорезом на глубину 10–12 см — 1,17–1,24 и плоскорезом на 25–27 см — 1,14–1,18 г/см<sup>3</sup>. По результатам много-

летних наблюдений за плотностью почвы авторы пришли к выводу, что при отвальной и плоскорезной системах основной обработки среднесуглинистого выщелоченного чернозема пахотному слою почвы переуплотнение не грозит.

Аналогичного мнения придерживаются В. Г. Холмов и Л. В. Юшкевич (2006). Они отмечают, что плотность верхних слоев черноземных почв Западной Сибири весьма динамична и находится в определенной зависимости от степени увлажнения. В условиях длительной засухи эти почвы уплотняются, растрескиваются на глыбы, а при повторном увлажнении восстанавливаются до первоначального состояния.

Н. И. Буянкин, В. Н. Слесарев, А. Г. Красноперов (2004) также считают, что природное разуплотнение черноземов Западно-Сибирского региона составляет примерно 50 % от суммарного эффекта. При этом степень разуплотнения зависит от исходной плотности. Чем выше плотность, тем больше разуплотнение.

Исследованиями К. Т. Мамбеталина (2006) установлено, что на Южном Урале для бесплужного земледелия наиболее пригодны черноземы со средним и высоким содержанием гумуса, а также почвы легкого гранулометрического состава, равновесная плотность которых не превышает оптимальных значений для возделываемых культур и поддерживается под влиянием естественных факторов (низкие температуры, переменное увлажнение и высыхание).

По данным Ф. Г. Бакирова (2007), в условиях Оренбуржья минимизация обработки приводит к уплотнению почвы. При однократном применении мелкой и нулевой обработок плотность почвы повышается на 0,04–0,06 г/см<sup>3</sup> по сравнению со вспашкой и неуклонно возрастает при дальнейшем применении этих способов. В паровом поле севооборота плотность почвы, наоборот, остается в пределах оптимальных значений. Поэтому автор рекомендует в зернопаровых севооборотах систему обработки почвы формировать на основе чередования глубоких и мелких обработок.

Из данных, полученных в стационарном опыте лаборатории земледелия нашего института за период с недостаточной влагообеспеченностью (2009–2013 гг.), степень уплотнения почвы и урожайность изменялись преимущественно от условий увлажнения (табл. 2).

Весной 2009 г. в результате засушливых условий увеличение плотности почвы в слое 0–30 см наблюдалось на всех вариантах обработки, особенно на минимальных (1,36; 1,37 г/см<sup>3</sup>). В 2010 г. ранневесенний период отличался высокими запасами влаги в метровом слое почвы, что явилось причиной снижения плотности по всем системам обработки по сравне-

Таблица 1  
Физические свойства среднемощного среднесуглинистого выщелоченного чернозема (Бахарева А. Ф., 1959)

Глубина отбора, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Удел. масса твердой фазы	Скважность, %		
			общая	капиллярная	некапиллярная
0–10	1,17	2,54	48,51	39,17	9,34
15–25	1,25	2,54	44,86	38,20	6,66
35–45	1,34	2,62	47,75	41,35	6,40
50–60	1,21	2,64	53,25	44,67	8,58
80–90	1,45	2,67	42,42	38,10	4,32



Таблица 2

## Плотность пахотного слоя (0–30 см) выщелоченного чернозема и урожайность культур в отдельных полях зернопарового севооборота, 2009–2013 гг. (Центральное опытное поле)

Способ обработки	2009 г., овес		2010 г., пшеница после овса		2013 г., вторая пшеница	
	плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га	плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га	плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га
Вспашка, 22–24 см во всех полях	1,28	19,3	1,14	10,3	1,27	18,6
Плоскорезная, 10–12 см во всех полях	1,36	19,8	1,20	7,3	1,24	14,4
*Комбинированный пар, в остальных полях без обработки	1,29	23,6	1,15	13,0	1,34	18,7
**Химический пар, в остальных полях без обработки	1,31	23,3	1,18	10,4	1,26	19,6
Обработка БДТ, 6–8 см во всех полях	1,30	18,0	1,22	5,7	1,33	18,1
Чередование через год вспашки и нулевой обработки	1,27	21,4	1,20	9,6	1,30	21,7
Мелкая поверхностная в пару, без обработки в остальных полях	1,37	23,1	1,21	11,8	1,26	17,5
Средний показатель	1,31	21,3	1,19	9,7	1,28	18,4

Примечание: 2009 г. — средний по условиям увлажнения, 2010 г. — острозасушливый, 2013 г. — засушливый; \* — две культивации + обработка гербицидом; \*\* — две обработки гербицидами.

Таблица 3

## Плотность среднесуглинистого выщелоченного чернозема в слое 0–20 см и урожайность пшеницы без удобрений в зависимости от предшественника и систем обработки, 2012–2014 гг. (Центральное опытное поле)

Год	Пшеница по химическому пару в зернопаровом севообороте				Пшеница после гороха в зерновом севообороте			
	нулевая (No-till)		минимальная		нулевая (No-till)		минимальная	
	плотность, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га	плотность, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га	плотность, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га	плотность, г/см <sup>3</sup>	урожайность, ц/га
2012	1,35	11,4	1,39	10,1	1,31	8,1	1,33	9,4
2013	1,30	16,2	1,30	15,9	1,26	11,5	1,21	12,5
2014	1,33	15,3	1,26	14,8	1,30	12,1	1,33	15,8
2012-2014	1,33	14,3	1,32	13,6	1,29	10,6	1,29	12,6

Примечание: \* — 2012 г. — острозасушливый, 2013, 2014 г. — засушливые.

нию с 2009 г. на 0,12 г/см<sup>3</sup>. Вторая половина вегетационного периода этого года по гидротермическим условиям оказалась крайне неблагоприятной (ГТК 0,3–0,4), это привело к увеличению плотности к весне 2013 г. в среднем на 0,09 г/см<sup>3</sup>. Величина урожайности зерновых культур в первую очередь зависела от гидротермических условий вегетационного периода, в меньшей степени — от систем обработки и практически отсутствовала взаимосвязь между плотностью почвы и продуктивностью возделываемых культур. Урожайность овса в четвертом поле севооборота на вариантах способов обработки с плотностью пахотного слоя почвы 1,29; 1,31 и 1,37 г/см<sup>3</sup> составила соответственно 23,6; 23,3 и 23,1 ц/га. Пшеница, возделываемая второй культурой после пара, обеспечила одинаковые уровни урожайности 18,6; 18,4 и 18,7 ц/га на делянках с плотностью соответственно 1,27; 1,28 и 1,34 г/см<sup>3</sup>.

По системе оценки, предложенной Б. А. Доспеховым и А. И. Пупониным (1978), равновесная и оптимальная для зерновых культур плотность суглинистых черноземов варьирует в пределах 1,0–1,3 г/см<sup>3</sup>. Следует отметить, что независимо от способов обработки почвы, применяемых в полях зернопарового севооборота, плотность пахотного слоя выщелоченного чернозема за период наблюдений находилась в рамках оптимальных значений.

Особый интерес вызывают результаты опыта, где с 2008 г. изучается сравнительная эффективность технологий прямого посева: нулевой (No-till) и минимальной. Нулевая технология предусматривает прямой посев сеялкой СКП-2,1, оборудованной узкими долотообразными сошниками, минимально нарушающими стерневой покров; минимальная отличается тем, что посев производится сеялкой с сошниками культиваторного типа, при этом посев совмещается с предпосевной обработкой. Паровое поле севооборота в обеих технологиях обрабатывается глифосатсодержащими гербицидами, исключая механические обработки.

За последний трехлетний период, который отличался засушливыми условиями, наметилась тенденция увеличения плотности почвы в слое 0–20 см при возделывании пшеницы по химическому пару (без механических обработок) по сравнению с зернобобовым предшественником (табл. 3).

В среднем за 2012–2014 гг. увеличение плотности почвы до 1,33 г/см<sup>3</sup> не оказало заметного влияния на урожайность пшеницы, возделываемой по нулевой технологии без удобрений.

По вопросу влияния плотности почвы на урожайность культур среди ученых Западно-Сибирского и Уральского регионов существуют различные мнения. Исследованиями В. Г. Холмова, Л. В. Юшкевича (2006) доказано «отсутствие четкой сопряженно-



сти между показателем плотности и урожайностью зерновых культур». С. С. Сдобников (2000) отмечает, что общее изменение комплекса водно-физических свойств, пищевого режима и величины урожая ближе всего отражается соотношением капиллярной и некапиллярной скважности: ее повышение при уплотнении сопровождается улучшением условий развития растений, а при максимальных величинах (4 : 1–3,6 : 1) создаются условия, близкие к оптимуму. По данным А. И. Пупонина, Б. Д. Кирюшина (1989), варианты с нулевой обработкой хоть и уступают вспашке по величине общей пористости и доле крупных пор, но превосходят по числу пор, особенно длиной от 3 до 50 см и по капиллярной пористости. При этом авторы считают, что корни, проникая по трещинам, старым ходам корней и дождевых червей, имеют больше возможностей достичь источников воды на глубине, превышающей 1 м. На основании полученных данных авторами был сделан вывод о том, что минимизация обработки улучшает водный режим агроценозов.

Противоположного мнения придерживаются А. Н. Власенко, И. Н. Шарков, Л. Н. Иодко (2006). Они считают, что минимизация основной обработки почвы представляет интерес, прежде всего, с точки зрения экономии ресурсов и защиты почвы от водной и ветровой эрозии. Переход к мелким обработкам наряду с такими негативными явлениями, как увеличение засоренности, ухудшение условий питания и фитосанитарного состояния посевов, снижает водопроницаемость верхнего слоя почвы из-за чрезмерного уплотнения.

По данным С. С. Сдобникова (2000), уплотнение, наоборот, способствует подтягиванию влаги к корнеобитаемому слою почвы, поэтому на почвах с

плотностью 1,2–1,3 г/см<sup>3</sup> в наиболее ответственные фазы развития пшеницы продуктивной влаги в почве содержалось больше, чем на менее уплотненных. Кроме того, в период посев — всходы температура почвы на этих вариантах на 1,5–2,0 °С выше, что способствует появлению более ранних и дружных всходов.

Основным критерием оценки агрофизического состояния почвы ученые и практики сельскохозяйственного производства считают продуктивность возделываемых культур. В наших опытах по изучаемым системам обработки почвы и при разных условиях увлажнения динамика плотности выщелоченных черноземов центральной лесостепной зоны Зауралья находилась в рамках равновесной (1,19–1,31 г/см<sup>3</sup>). Изменение плотности в этих диапазонах не оказывало заметного влияния на урожайность возделываемых культур. В остросасушливый 2012 г. повышение плотности свыше оптимальных значений (1,35 и 1,39) и снижение урожайности наблюдалось в посевах пшеницы, возделываемой без удобрений по нулевой и минимальной технологиям.

Таким образом, результаты наших исследований, а также ученых Западно-Сибирского региона и Южного Урала свидетельствуют о высокой устойчивости черноземных почв к уплотнению.

В условиях засух выщелоченные среднесуглинистые черноземы уплотняются, а при увлажнении восстанавливаются до первоначального состояния. В то же время в нашем регионе нет достаточных сведений о влиянии бесплужных нулевых технологий на агрофизическое состояние черноземов и урожайность возделываемых культур, поэтому исследования по данному направлению будут расширены и продолжены.

#### Литература

1. Бахарева А. Ф. Почвы Курганской области. Курган, 1959. 152 с.
2. Качинский Н. А., Вадюнина А. Ф., Корчагина З. В. Опыт агрофизической характеристики почв на примере Центрального Урала. М. : Изд. АН СССР, 1950.
3. Бондарев А. Г., Кузнецов И. В. К оценке степени деградации пахотного слоя почвы по физическим свойствам // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. М., 1998. Т. 1. С. 28–30.
4. Слесарев В. А. Почвенные деформации в динамике плотности почвы при минимизации ее обработки : материалы Всесоюзного семинара по минимизации обработки почвы в почвозащитном земледелии. Омск, 1981. С. 25–31.
5. Шевлягин А. И. Плотность почвы — одно из условий ее плодородия // Сельскохозяйственное плодородие Сибири и Дальнего Востока. 1963. № 3. С. 43–44.
6. Глухих М. А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования. Челябинск, 2003. 358 с.
7. Холмов В. Г. Минимальная обработка почвы под зерновые культуры в нечерноземной лесостепи Западной Сибири и Зауралья : материалы Всесоюзного семинара по минимизации обработки почвы в почвозащитном земледелии. Омск, 1981. С. 14–18.
8. Слесарев В. Н. Агрофизические основы совершенствования основной обработки черноземов Западной Сибири : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Омск, 1984. 32 с.
9. Холмов В. Г., Юшкевич Л. В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. Омск, 2006. 396 с.
10. Буянкин Н. И., Слесарев В. Н., Краснощеков А. Г. Ключевые показатели минимизации обработки почвы // Земледелие. 2004. № 4. С. 14.
11. Бакиров Ф. Г. Влияние обработки почвы на плодородие черноземов Южного Урала // Земледелие. 2007. № 5. С. 18–19.
12. Мамбеталин К. Т. Рекомендации по повышению эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Челябинск, 2006. 39 с.
13. Доспехов Б. А., Пупонин А. И. Земледелие с основами почвоведения. М., Колос, 1978. С. 134–136.
14. Сдобников С. С. Пахать или не пахать? 2-е изд. М., 2000. 296 с.
15. Пупонин А. И., Кирюшин Б. Д. Минимизация обработки почвы : опыт, проблемы и перспективы. Обзорная информация. М. : ВАСХНИЛ, ВНИИТЭИ, 1989. 183 с.
16. Власенко А. Н., Шарков И. Н., Иодко Л. Н. Эффективность технологий и воспроизводство плодородия черноземов лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2005. № 5. С. 16–19.



---

References

1. Bakhareva A. F. Soil Kurgan region. Kurgan, 1959. 152 p.
2. Kachin N. A., Madunina A. F., Korchagina Z. V. Century Experience agro-physical characteristics of the soils on the example of the Central Urals. M. : RASS, 1950.
3. Bondarev A. G., Kuznetsov I. V. Century To the assessment of the degree of degradation of the arable layer of soil physical properties // Anthropogenic soil degradation and measures for its prevention. M., 1998. Vol. 1. P. 28–30.
4. Slesarev V. N. Soil deformation in the dynamics of the density of the soil while minimizing processing : materials of All-Union seminar on minimizing tillage in conservation agriculture. Omsk, 1981. P. 25–31.
5. Shevlyagin A. I. Density of soil is one of the conditions of its fertility // Agricultural fertility Siberia and the Far East. 1963. № 3. P. 43–44.
6. Glukhih M. A. Moisture black of Urals and ways of its effective use. Chelyabinsk, 2003. 358 p.
7. Holmov V. G. Minimum tillage for cereal crops in the non-chernozem steppe of Western Siberia and Ural : materials of All-Union seminar on minimizing tillage in conservation agriculture. Omsk, 1981. P. 14–18.
8. Slesarev V. N. Agro basis for improvement of the main processing of the black in Western Siberia : author. dis. ... dr. of agricult. sc. Omsk, 1984. 32 p.
9. Holmov C. G., Yushkevich L. C. Intensification and resource conservation in agriculture in forest-steppe of Western Siberia. Omsk, 2006. 396 p.
10. Brankin N. A., Slesarev C. N., Krasnoshchekov A. G. Key indicators minimizing tillage // Farming. 2004. № 4. P. 14.
11. Bakirov F. G. Effect of soil cultivation on the fertile black soils of the southern Urals // Farming. 2007. № 5. P. 18–19.
12. Mammalin K. T. Recommendations for improving the efficiency of cultivation of agricultural crops. Chelyabinsk, 2006. 39 p.
13. Dospikhov B. A., Poponin A. I. Agriculture with the basics of soil science. M. : Yield, 1978. P. 134–136.
14. Sdobnikov S. C. Plow or not to plow? 2nd ed. M., 2000. 296 p.
15. Poponin A. I., Kiryushin B. D. Minimizing tillage : experience, problems and prospects. Survey information. M. : Agricultural Sciences University, 1989. 183 p.
16. Vlasenko A. N., Sharkov J. H., Iodko L. N. Efficient technologies and reproduction of fertility of chernozems of forest-steppe of Western Siberia // Agriculture. 2005. № 5. P. 16–19.