

АГРОНОМИЯ



УДК 631.432.22

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-214-8-5-10

В.П. Василько, Е.Н. Ничипуренко, Т.Д. Федорова

V.P. Vasilko, E.N. Nichipurenko, T.D. Fedorova

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

WINTER WHEAT PRODUCTIVITY DEPENDING ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM IN THE WEST CISCAUCASIA

Ключевые слова: объемная масса, почва, агрегатный состав почвы, ландшафт, фотосинтез, ассимиляционная площадь листьев, фотосинтетический потенциал, урожайность.

Выращивание сельскохозяйственных растений всегда оказывает влияние на почвенное плодородие, но, к большому сожалению, не всегда в лучшую сторону, что в свою очередь влияет на величину урожая. В сложившихся экономических условиях высокое применение минеральных удобрений привело к ухудшению черноземных почв. Сохранить баланс гумуса возможно только при внесении органических удобрений в севообороте с заделкой сидератов. Это позволит вернуть 60% выноса питательных веществ в почву за счёт органики, и лишь оставшийся процент через минеральные удобрения для сохранения почвенного плодородия. Гумус влияет на размер агрегатов в почве, оказывающих прямое воздействие на воздушный и водный режимы. Сказывается влияние соотношения суммы глыбистой (>10 мм) и пылеватой (<0,25 мм) фракции к агрономически ценной (10-0,25 мм), что составляет коэффици-

ент структурности, который влияет на уплотнение почвы. Плотность почвы имеет прямое влияние на обеспечение растений водой и воздухом для роста и формирования урожая. В статье изложены материалы исследований, проводимых в многофакторном стационарном опыте Кубанского ГАУ. Изучалось влияние различных технологий возделывания озимой пшеницы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного и его продуктивность. Технологии различаются основной обработкой и системой удобрений: в семипольном зернотравяно-пропашном севообороте с насыщением его люцерной – на 28,5%, озимой пшеницей – 28,5, соей – 14,3, кукурузой – 14,3, сахарной свёклой – 14,3%. Изучались семь технологий возделывания озимой пшеницы. Каждый вариант включает в себя системы основных обработок и систему удобрений по предшествующему люцерне второго года жизни. Установлено, что технологии возделывания озимой пшеницы сорта Граф оказали положительное влияние на водный и воздушный режим чернозема выщелоченного, деградирующего в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края.

Keywords: *volume weight, soil, soil aggregate composition, landscape, photosynthesis, assimilating leaf area, photosynthetic potential, yielding capacity.*

Growing crops always affects soil fertility, unfortunately, not always for the better, which in turn affects the yield. Under current economic conditions, intensive application of mineral fertilizers led to the deterioration of chernozem soils. It is possible to maintain humus balance only with the application of organic fertilizers in combination with green manure. This will return 60% of the nutrient removal to the soil due to organic matter, and only the remaining percentage through mineral fertilizers to maintain soil fertility. Humus affects the size of soil aggregates. The soil aggregate composition has a direct impact on the air and water regime. The influence of the ratio of the total blocky (>10 mm) and silt (<0.25 mm) fractions to the agronomical valuable (10-0.25 mm) fraction which is the coefficient of structure affecting soil compaction, has an effect. Soil density

has a direct impact on providing plants with water and air for growth and yield formation, and controls the degree of aeration and the size of soil capillaries. This paper discusses the research findings of the multifactorial permanent experiment conducted at the Kuban State Agricultural University. The influence of various winter wheat cultivation technologies on the agrophysical properties of leached chernozem and its productivity was studied. The technologies differed in basic tillage and fertilizer system. In a seven-course grass-grain-row crop rotation (alfalfa - 28.5%; winter wheat - 28.5%; soybean - 14.3%; maize - 14.3%; sugar beet - 14.3%) seven technologies of winter wheat cultivation were studied. Each variant included a system of basic treatments and a fertilizer system after alfalfa of the second year as forecrop. It was found that the growing technologies of winter wheat of the Graf variety had a positive effect on the water and air regime of the leached chernozem degrading in the lowland pitted agricultural landscape of the central zone of the Krasnodar Region.

Василько Валентина Павловна, к.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Российская Федерация, e-mail: Vasilko_VPkub@mail.ru.

Ничипуренко Евгений Николаевич, аспирант, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Российская Федерация, e-mail: nichipurenko-1993@mail.ru.

Федорова Тамара Дмитриевна, студент, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Российская Федерация, e-mail: tamarafedorova24@mail.ru.

Vasilko Valentina Pavlovna, Cand. Agr. Sci., Prof., Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russian Federation, e-mail: Vasilko_VPkub@mail.ru.

Nichipurenko Evgeniy Nikolaevich, post-graduate student, Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russian Federation, e-mail: nichipurenko-1993@mail.ru.

Fedorova Tamara Dmitrievna, student, Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russian Federation, e-mail: tamarafedorova24@mail.ru.

Введение

Агрофизические свойства почвы имеют фундаментальное значение для роста и продуктивности озимой пшеницы. Формирование оптимальной листостебельной массы возможно только при оптимизации основных факторов жизни растений. Это возможно при оптимальных агрофизических показателях почвы, особенно в условиях низинно-западных агроландшафтов [1, 2].

Низинно-западный агроландшафт всегда подтопляется в весенний период, также в течение более 30 лет данный участок орошался. Вышеперечисленные причины привели к уменьшению агрономически ценных частиц, что отрицательно сказалось на плотности почвы [3].

При выборе технологии выращивания основной задачей было ее влияние на агрофизические свойства почвы.

Цель и задачи исследования – изучение воздействия инновационных технологий возделывания на объёмную массу почвы и фотосинтетический потенциал растений.

Объекты и методы

Изучение вариантов возделывания озимой пшеницы сорта Граф проводилось на учебном хозяйстве «Кубань».

Предшественником для выращивания озимой пшеницы была люцерна второго года жизни. Благодаря этому на технологиях без использования удобрений мы видим высокую урожайность [4].

Повторность в опыте трехкратная. Учетная площадь делянки 48 м².

Технологии в опыте включали в себя:

- 1) экстенсивная (контроль): отвальная обработка, без использования удобрений;
- 2) экстенсивная: поверхностная обработка дисковой бороной, без удобрений;
- 3) энергоресурсосберегающая поверхностная обработка, внесение минеральных удобрений;
- 4) базовая отвальная обработка, внесение минеральных удобрений;
- 5) экологически допустимая: отвальная обработка, внесение органоминеральных удобрений + измельчение корнепоживных остатков сои, озимой пшеницы и кукурузы;

6) мелиоративная: безотвальная обработка плоскорезом, внесение органики 80 т/га в ротацию севооборота + измельчение корнепоживных остатков сои, озимой пшеницы и кукурузы в размере 13 т/га + подкормка рано весной + подкормка в фазе выхода в трубку;

7) биологизированная: отвальная обработка, внесение органики + измельчение корнепоживных остатков сои, озимой пшеницы и кукурузы в размере 13 т/га + подкормка рано весной + подкормка в фазе выхода в трубку.

Результаты исследований и их обсуждение

Все применяемые технологии выращивания озимой пшеницы отличаются друг от друга, что даёт возможность определить их влияние на изменение агрофизических показателей почвы [4].

Из данных таблицы 1 следует, что в пахотном слое на варианте с технологией экстенсивная (1), базирующейся на вспашке, объёмная масса составила в фазу весеннего кущения 1,36 г/см³, что на 0,05 г/см³ меньше относительно технологии экстенсивная (2), где вспашку заменили поверхностной обработкой почвы. В подпахотном слое почвы плотность на технологии экстенсивная (1) была 1,45 г/см³, что на 0,04 г/см³ ниже, чем при поверхностной обработке на технологии экстенсивная (2). Такая же тенденция отмечалась на экстенсивных технологиях.

Это даёт основание заключить, что замена вспашки на поверхностное рыхление на черно-

земе выщелоченном, деградирующем в условиях низинно-западного агроландшафта, привело к значительному увеличению объёмной массы корнеобитаемого слоя под озимой пшеницей, что в дальнейшем повлияло на развитие корневой системы. На этих двух вариантах плотность для возделывания озимой пшеницы намного превышает оптимальную, равную 1,25 г/см³, особенно на варианте экстенсивная (2).

Применение минеральных удобрений на базе поверхностной обработки на варианте энергоресурсосберегающей технологии не повлияло на объёмную массу по сравнению с экстенсивной (1). В пахотном слое в фазу восковой спелости зерна объёмная масса была выше на 0,06 г/см³, а в подпахотном – больше на 0,02 г/см³.

На базовой технологии, где применялась вспашка, объёмная масса была меньше в фазу колошения относительно энергоресурсосберегающей технологии на 0,04 г/см³ в пахотном и на 0,05 г/см³ в подпахотном слое почвы. Данная тенденция прослеживается по мере развития растений.

Заделка в почву корнепоживных остатков на фоне вспашки по экологически допустимой технологии не оказала особого влияния на плотность в пахотном и подпахотном слоях почвы. Намечается только тенденция к снижению объёмной массы почвы. Данные по влиянию технологий на плотность показаны в таблице 1.

Таблица 1

Влияние технологий возделывания озимой пшеницы на объёмную массу почвы, г/см³ (среднее за 2019-2021 гг.)

Технология	Слой почвы, см	Фаза развития		
		весеннее кущение	колошение	восковая спелость зерна
Экстенсивная 1 (контроль)	5-30	1,36	1,41	1,44
	30-70	1,45	1,48	1,51
Экстенсивная 2	5-30	1,41	1,44	1,52
	30-70	1,49	1,52	1,55
Энергоресурсосберегающая	5-30	1,41	1,45	1,50
	30-70	1,49	1,53	1,53
Базовая	5-30	1,36	1,41	1,44
	30-70	1,44	1,48	1,49
Экологически допустимая	5-30	1,34	1,36	1,43
	30-70	1,45	1,47	1,48
Мелиоративная	5-30	1,31	1,33	1,36
	30-70	1,38	1,40	1,44
Биологизированная	5-30	1,32	1,35	1,40
	30-70	1,44	1,46	1,47

Благодаря внесению под предшествующие органических удобрений и заделки корнеплодных остатков, плотность в корнеобитаемом слое значительно снизилась на вариантах с применением мелиоративной и биологизированной технологии. При мелиоративной технологии обработка почвы представлена безотвальным рыхлением плоскорезом. Основной обработкой на биологизированной технологии была отвальная вспашка. На этих вариантах плотность приближена к оптимальным значениям.

Таким образом, наибольшим разуплотняющим действием обладала мелиоративная технология. Основное влияние на плотность оказала и система обработки почвы, представленная глубоким безотвальным рыхлением и системой удобрений, в состав которой входили внесение органических удобрений и заделка корнеплодных остатков в почву.

Объемная масса почвы напрямую влияет на водно-воздушный режим почвы. Рост корневой системы озимой пшеницы зависит от плотности почвы. Уменьшение потребления питательных веществ растений приводит к снижению площади листьев [5].

При наличии всех необходимых элементов растения озимой пшеницы развиваются дольше, что положительно влияет на фотосинтетический потенциал растений [6].

Оптимизация плотности оказала определенное влияние на фотосинтетический потенциал.

Наблюдается влияние агрофизических свойств почвы на фотосинтетический потенциал растений (табл. 2).

Прослеживается прямая зависимость между плотностью почвы и фотосинтетическим потен-

циалом растений. На технологии экстенсивная (1) фотосинтетический потенциал в фазы от кущения к выходу в трубку был 662,1 тыс. м²/га в сутки, что на 139,4 тыс. м²/га в сутки выше технологии экстенсивная (2). Варианты с внесением минеральных удобрений – базовая и энергоресурсосберегающая сохранили тенденцию, в которой применение глубоких обработок гораздо лучше формирует фотосинтетический потенциал. На базовой технологии в период с выхода в трубку до колошения составлял 1192,3 тыс. м²/га в сутки, что больше энергоресурсосберегающего варианта на 170,9 тыс. м²/га в сутки.

Самые высокие показатели фотосинтетического потенциала были на технологиях, базирующихся на внесении органических удобрений с заделкой корнеплодных остатков. На мелиоративной технологии, включающей в себя безотвальное рыхление, были самые высокие показатели фотосинтетического потенциала и составили в фазы колошение – молочная спелость зерна 1270,8 тыс. м²/га в сутки, что на 37,7 тыс. м²/га в сутки выше относительно биологизированной технологии, в основу которой входит отвальная вспашка.

Заделка корнеплодных остатков в почву, представленных в технологии экологически допустимой, благоприятно воздействует на нарастание листостебельной массы. В фазы выхода в трубку – колошение прирост составил 1264,2 тыс. м²/га в сутки, что на 71,9 тыс. м²/га в сутки выше относительно базового варианта с применением минеральных удобрений. Следовательно, корнеплодные остатки увеличивают фотосинтетический потенциал растений относительно фона с минеральными удобрениями (табл. 2).

Таблица 2

Фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания, тыс. м²/га сутки (2019-2021 гг.)

Технология	Межфазный период		
	кущение – выход в трубку	выход в трубку – колошение	колошение – молочная спелость
Экстенсивная 1 (контроль)	662,1	961,4	893,9
Экстенсивная 2	522,7	831,1	786,5
Энергоресурсосберегающая	667,5	1021,4	1001
Базовая	766,9	1192,3	1170,4
Экологически допустимая	882,6	1264,2	1254,1
Мелиоративная	905,8	1305,0	1270,8
Биологизированная	892,8	1273,1	1233,1

Применение органических удобрений и глубокие обработки способствовали уменьшению плотности почвы, что положительно сказалось на фотосинтетическом потенциале растений и урожайности.

Фотосинтетический потенциал является одним из основных факторов реализации продук-

тивности озимой пшеницы. Варианты с применением поверхностных обработок значительно уступают по урожайности технологиям с глубокими обработками почвы от 5 до 9,2 ц/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность озимой пшеницы в низинно-западинном агроландшафте в зависимости от технологии возделывания, т/га (2019-2021 гг.)

Технологии	Урожайность	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Экстенсивная 1 (контроль)	5,3	-	-
Экстенсивная 2	4,8	-0,5	-9,5
Энергоресурсосберегающая	5,5	0,2	3,4
Базовая	6,4	1,1	20,8
Экологически допустимая	6,6	1,4	25,6
Мелиоративная	7,2	1,9	36,6
Биологизированная	6,9	1,6	30,9
НСР _{0,5}	1,8		

Внесение минеральных удобрений увеличило урожайность только на вариантах с глубокой обработкой почвы на 11,0 ц/га относительно контрольного варианта.

Самые высокие показатели на мелиоративной технологии, прибавка относительно контрольного варианта составила 19,3 ц/га благодаря безотвальной рыхлению почвы и внесению органических удобрений.

Выводы

1. Плотность почвы имеет основополагающее значение для оптимизации водно-воздушного режима почвы. На вариантах с технологиями, основывающимися на глубокой обработке и внесении органических удобрений, было оптимальное сложение плотности почвы относительно вариантов с поверхностными обработками и внесением минеральных удобрений.

2. Самые высокие показатели фотосинтетического потенциала в течение всего периода роста были на варианте с мелиоративной технологией, и в фазы колошение – молочная спелость зерна составили 1270,8 тыс. м²/га в сутки, что превышает контрольную технологию на 376,9 тыс. м²/га в сутки.

3. Технология экстенсивная (2) показала самые низкие результаты по урожайности среди всех технологий – 47,8 ц/га, что на 5 ц/га ниже контроля. Это доказывает отрицательное воздействие поверхностных обработок на чернозем выщелоченный в низинно-западинном агроландшафте.

4. Самые высокие показатели урожая сформировались на мелиоративной технологии возделывания и дали прибавку относительно контроля на 19,3 ц/га благодаря системе безотвальной обработки почвы в севообороте и внесению органических удобрений.

Библиографический список

1. Влияние системы основной обработки почв на продуктивность и облиственность растений люцерны 1-го года жизни в условиях Краснодарского края / Е. Н. Ничипуренко, Д. В. Горобец, Т. Д. Федорова, Ш. Ю. Чимидов. – Текст: непосредственный // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Курск, 03-04 декабря 2020 г.). – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 265-267.

2. Макаренко, А. А. Влияние системы основной обработки почвы на плотность сложения чернозема выщелоченного центральной зоны Краснодарского края / А. А. Макаренко, Н. И. Бардак, А. А. Магомедтагиров. – Текст: непосредственный // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 88. – С. 89-96.

3. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание гумуса в низинно-западном агроландшафте / Е. Н. Ничипуренко, В. П. Василько, Д. В. Горобец, И. А. Павелко. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции (г. Краснодар, 19 декабря 2019 г.) / ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2019. – С. 17-18.

4. Buráňová, Š., Černý, J., Kulhanek, M., Vašák, F., Balík, J. (2015). Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat. *International Journal of Plant Production*. 9. 257-272.

5. Lin, Z., Chang, X., Wang, D., et al. (2015). Long-term fertilization effects on processing quality of wheat grain in the North China Plain. *Field Crops Research*, 174: 55-60, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.01.008>.

6. Mayer, J., Gunst, L., Mäder, P., et al. (2015). Productivity, quality and sustainability of winter wheat under long-term conventional and organic management in Switzerland. *European Journal of Agronomy*. 65. DOI: 10.1016/j.eja.2015.01.002.

References

1. Vliianie sistemy osnovnoi obrabotki pochv na produktivnost i oblistvennost rastenii liutserny 1-go goda zhizni v usloviakh Krasnodarskogo kraia / E. N. Nichipurenko, D. V. Gorobets, T. D. Fedorova,

Sh. lu. Chimidov // Molodezhnaia nauka – razvitiu agropromyshlennogo kompleksa: materialy Vserossiiskoi (natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Kursk, 03–04 dekabria 2020 goda. – Kursk: Kurskaia gosudarstvennaia selskokhoziaistvennaia akademiia, 2020. – S. 265-267.

2. Makarenko, A. A. Vliianie sistemy osnovnoi obrabotki pochvy na plotnost slozheniia chernozema vyshchelochennogo Tsentralnoi zony Krasnodarskogo kraia / A. A. Makarenko, N. I. Bardak, A. A. Magomedtagirov // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 88. – S. 89-96.

3. Vliianie tekhnologii vzdelyvaniia selskokhoziaistvennykh kultur na sodержanie gumusa v nizinnno-zapadinnom agrolandshafte / E. N. Nichipurenko, V. P. Vasilko, D. V. Gorobets, I. A. Pavelko // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik tezisov po materialam Vserossiiskoi (natsionalnoi) konferentsii, Krasnodar, 19 dekabria 2019 goda / Otvetstvennyi za vypusk A. G. Koshchaev. – Krasnodar: Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni I.T. Trubilina, 2019. – S. 17-18.

4. Buráňová, Š., Černý, J., Kulhanek, M., Vašák, F., Balík, J. (2015). Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat. *International Journal of Plant Production*. 9. 257-272.

5. Lin, Z., Chang, X., Wang, D., et al. (2015). Long-term fertilization effects on processing quality of wheat grain in the North China Plain. *Field Crops Research*, 174: 55-60, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.01.008>.

6. Mayer, J., Gunst, L., Mäder, P., et al. (2015). Productivity, quality and sustainability of winter wheat under long-term conventional and organic management in Switzerland. *European Journal of Agronomy*. 65. DOI: 10.1016/j.eja.2015.01.002.

