

Ангелина Владиславовна Замятина¹, Наталья Владиславовна Санникова^{2✉},

Ольга Викторовна Шулепова³

¹ООО «АСТ», Тюмень, Россия

^{2,3}Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

^{1,2,3}sannikovanv@gausz.ru

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ *TRITICUM AESTIVUM* В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Цель исследования – изучить влияние обработки и минеральных удобрений на лугово-черноземных почвах Северного Зауралья на химический состав *Triticum aestivum*. Место проведения исследования – опытное поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень). Полевые опыты закладывались в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1985). Повторность в опыте трехкратная, учетная площадь делянки 120 м². Наибольшее содержание гумуса (11,9 %) и подвижного калия (27,5 мг/кг) отмечено при дифференцированной обработке почвы с внесением минеральных удобрений аммонийная селитра и аммофос на планируемую урожайность 5 т/га. При чизельной обработке почвы на глубину 45 см с последующей поверхностной обработкой наибольшее количество при внесении минеральных удобрений на урожайность 3 т/га имеют аммонийный азот (15,6 мг/кг) и азот нитратный (23,4 мг/кг). При такой же обработке почвы отмечено максимальное содержание подвижного фосфора (107,7 мг/кг), но с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га. Химические элементы, содержащиеся в вегетативной части растений и зерне пшеницы, показывают эффективность применения минеральных удобрений и вариантов обработки почвы перед посевом. Анализ лабораторных исследований по содержанию общего азота, фосфора, калия в вегетативной части растения и зерне яровой пшеницы показал, что наиболее эффективным вариантом обработки почвы для исследуемой культуры была отвальная с чередованием с поверхностной через 1 год, т. е. дифференцированная, при внесении минеральных удобрений на урожайность 3 и 5 т/га. Внесение аммонийной селитры (NH₄NO₃) на планируемую урожайность 3 т/га (в физическом весе 150–170 кг/га) создает оптимальный режим для возделывания яровой пшеницы на лугово-черноземных почвах при дифференцированной обработке.

Ключевые слова: питание почвы, почва, яровая пшеница, химический состав, питательные вещества, обработка почвы, оценка почвы, зерно, вегетативная часть

Для цитирования: Замятина А.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на химический состав *Triticum aestivum* в условиях Северного Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 31–41. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-31-41.

Angelina Vladislavovna Zamyatina¹, Natalia Vladislavovna Sannikova^{2✉},

Olga Viktorovna Shulepova³

¹ООО AST, Tyumen, Russia

^{2,3}State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

^{1,2,3}sannikovanv@gausz.ru

INFLUENCE OF SOIL CULTIVATION AND MINERAL FERTILIZERS ON THE *TRITICUM AESTIVUM* CHEMICAL COMPOSITION IN THE NORTHERN TRANS-URALS CONDITIONS

The aim of the study is to investigate the effect of tillage and mineral fertilizers on meadow-chernozem soils of the Northern Trans-Urals on the chemical composition of *Triticum aestivum*. The study was conducted in the experimental field of the Northern Trans-Urals State Agrarian University (Tyumen). Field experiments were laid out in accordance with the methodology of B.A. Dospikhov (1985). The experiment was repeated three times, the accounting area of the plot was 120 m². The highest content of humus (11.9 %) and mobile potassium (27.5 mg/kg) was noted with differentiated tillage with the application of mineral fertilizers ammonium nitrate and ammophos for the planned yield of 5 t/ha. With chisel tillage to a depth of 45 cm followed by surface tillage, the largest amounts of ammonium nitrogen (15.6 mg/kg) and nitrate nitrogen (23.4 mg/kg) with the introduction of mineral fertilizers for a yield of 3 t/ha were found. With the same soil tillage, the maximum content of mobile phosphorus (107.7 mg/kg) was noted, but with the introduction of mineral fertilizers for a planned yield of 5 t/ha. Chemical elements contained in the vegetative part of plants and wheat grain show the efficiency of mineral fertilizers and soil treatment options before sowing. Analysis of laboratory studies on the content of total nitrogen, phosphorus, potassium in the vegetative part of the plant and grain of spring wheat showed that the most efficient soil treatment option for the studied crop was moldboard with alternation with surface after 1 year, i.e. differentiated, with the introduction of mineral fertilizers for a yield of 3 and 5 t/ha. The introduction of ammonium nitrate (NH₄NO₃) for the planned yield of 3 t/ha (in physical weight 150–170 kg/ha) creates an optimal regime for the cultivation of spring wheat on meadow-chernozem soils with differentiated treatment.

Keywords: soil nutrition, soil, spring wheat, chemical composition, nutrients, soil treatment, soil assessment, grain, vegetative part

For citation: Zamyatina A.V., Sannikova N.V., Shulepova O.V. Influence of soil cultivation and mineral fertilizers on the *Triticum aestivum* chemical composition in the Northern Trans-Urals conditions // Bulliten KrasSAU. 2024;(10): 31–41 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-31-41.

Введение. Устойчивое развитие территорий целесообразно рассматривать как процесс социально-экономических преобразований, базовой целью которых является повышение уровня и условий жизни населения [1]. Выполнение данной цели связано с рациональным использованием имеющихся почвенных, растительных и водных ресурсов, а также их восстановлением и сохранением [2–4].

Яровая пшеница – основная пищевая культура России. Эффективность системы производства сельскохозяйственных, а в частности зерновых культур существенно влияет на качество и количество продукции [5–9]. Применение минеральных удобрений считается наиболее доступным способом для регулирования питательных веществ в зерне. Поэтому в процессе получения качественного и высокого урожая важным условием являются используемые минеральные и органические удобрения [10–12].

Химическая составляющая яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания включает в себя ряд факторов, которые влияют на качество и количество урожая. Одним из основных минеральных элементов, влияющих на

состав пшеницы, является азот. Уровень азота в почве напрямую влияет на содержание белка в зерне пшеницы. Более высокий уровень азота может привести к увеличению содержания белка в зерне, что важно для качества муки и хлебопродуктов, производимых из пшеницы. Из агрохимических показателей почвенного плодородия азот, как правило, находится в минимуме. Это подтверждается данными Г.П. Гамзикова (2013), где отмечено, что азот (N) в почвах территории Тюменской области находится в минимуме среди макроэлементов, что связано с малогумусностью почв и высокой его подвижностью в нитратной и газообразной форме. Азот входит в состав белков, хлорофилла, ферментов, витаминов, оказывает влияние на формирование урожайности культур и качество продукции [13]. Фосфор также играет важную роль в формировании урожая пшеницы. Этот элемент питания необходим для процесса фотосинтеза и роста растений, поэтому его недостаток может привести к уменьшению урожая и ухудшению качества зерна. Калий является еще одним важным элементом для пшеницы, так как он способствует улучшению качества и урожайности зерна. Недостаток калия мо-

жет привести к уменьшению содержания клетчатки в зерне, что в свою очередь может негативно отразиться на качестве муки.

Таким образом, уровень минерального питания имеет существенное влияние на состав и качество яровой пшеницы. Правильное удобрение и поддержание оптимального уровня минеральных элементов в почве являются важными аспектами для получения высококачественного и продуктивного урожая пшеницы.

По мнению авторов, современное сельское хозяйство вынуждено применять как минеральные, так и органические удобрения, поскольку площадь Тюменской области находится в различных природно-климатических зонах [14], и по результатам мониторинга пахотных почв отме-

чено, что состояние плодородия земель неодинаково [15–17]. Поэтому нужно акцентировать внимание на агрохимическом обследовании почв, текущей нитрификации, расчете доз удобрений на планируемую урожайность [18].

Цель исследования – изучить влияние обработки и минеральных удобрений на лугово-черноземных почвах Северного Зауралья на химический состав *Triticum aestivum*.

Объекты и методы. Место проведения исследований – опытное поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень). Полевые опыты закладывались в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1985). Опытный участок расположен в 1,5 км от деревни Утешево (рис. 1).



Рис. 1. Месторасположение опытного участка

Повторность в опыте трехкратная, учетная площадь делянки 120 м². На рисунке 1 представлена схема опыта с вариантами обработки почвы и внесения удобрений на планируемую урожайность методом элементарного баланса с учетом содержания элементов минерального питания в почве, коэффициента использования из минеральных удобрений (КИУ) и почвы (КИП) [19].

Почва на опытном поле – лугово-черноземная.

Основная обработка почвы:

1) отвальная обработка плугом ПСКУ-5-60 на глубину 0,22–0,25 м;

2) чизельная обработка ПЧН-2,3 на глубину 0,22–0,25 м [19].

При внесении дозы минеральных удобрений на урожайность 3 т/га использовали аммонийную селитру в физическом весе 150–170 кг/га, на урожайность 5 т/га применяли аммонийную селитру в физическом весе 250–270 кг/га и аммофос 30 кг/га [19].

Сорт яровой пшеницы: Новосибирская 31. Посев яровой пшеницы проводили 22 мая 2021 г. Предшественник в опыте озимая пшеница.

Климат северной лесостепи Тюменской области, где был заложен опыт, характеризуется наличием в весенне-летний период почвенной и атмосферной засухи [20]. За период вегетации 2021 г. сумма активных температур выше десятиградусного значения составила 2 080,4 °С, этот период продолжался 103 дня. Сумма осадков за вегетационный период составляла 120,8 мм, что на 43,6 мм меньше по сравнению со среднемноголетними данными [19].

Лабораторные исследования образцов почвы, вегетативной части растений и зерна пшеницы проводились по вариантам обработки почвы и доз внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность в лаборатории ГАУ Северного Зауралья (рис. 2).

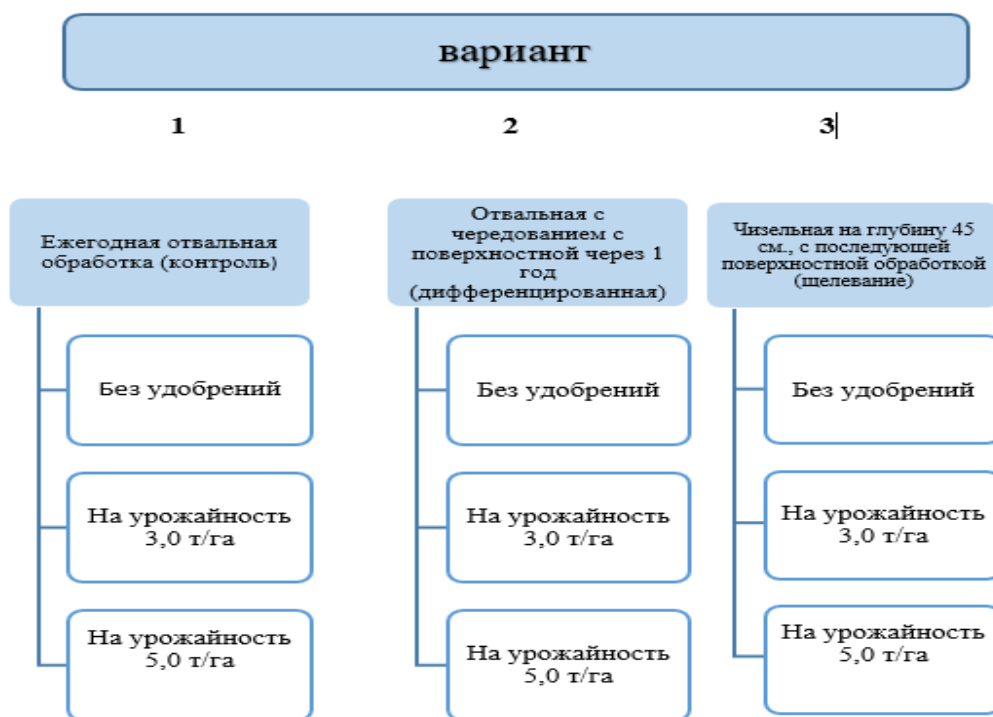


Рис. 2. Схема опыта

Определение подвижных соединений фосфора и калия в почве проводили по ГОСТ 26204-91, азота нитратного – по ГОСТ 26951-86, аммонийного азота – по ГОСТ 26489-85, гумуса – по ГОСТ 26213-2021.

Определение содержания общего фосфора в зерне и вегетативной части пшеницы проводили по ГОСТ 26657-97, общего калия – по ГОСТ 30504-97, общего азота – по ГОСТ 13496.4-2019.

Результаты и их обсуждение. По результатам проведенных анализов наибольшее содержание гумуса (11,9 %) и подвижного калия

(27,5 мг/кг) отмечено при дифференцированной обработке почвы с внесением дозы минеральных удобрений на урожайность 5 т/га [19]. При чизельной обработке почвы на глубину 45 см, с последующей поверхностной обработкой, наибольшее содержание при внесении минеральных удобрений (аммонийная селитра и аммофос) на урожайность 3 т/га имеют аммонийный азот – 15,6 мг/кг и азот нитратный – 23,4 мг/кг [19]. При такой же обработке почвы отмечено максимальное содержание подвижного фосфора (107,7 мг/кг), но с внесением дозы минеральных удобрений на урожайность 5 т/га (табл.) [19].

Агрохимическая характеристика почвы

Вариант	Обработка почвы/удобрения		Гумус, %	Фосфор (подвижный), мг/кг	Калий (подвижный), мг/кг	Аммонийный азот, мг/кг	Массовая доля нитратов (азот нитратный), мг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ежегодная отвальная обработка (контроль)	Без удобрений	8,3	97,6	14,2	12,1	21,9
		На 3,0 т/га	7,3	82,1	22,1	13,2	14,8
		На 5,0 т/га	7,6	65,6	17,9	12,5	10,2

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Отвальная, с чередованием с поверхностной через 1 год (дифференцированная)	Без удобрений	8,2	59,4	18,1	12,5	11,2
		На 3,0 т/га	7,5	60,2	17,2	14,0	11,8
		На 5,0 т/га	11,9	68,8	27,5	14,3	21,4
3	Чизельная на глубину 45 см, с последующей поверхностной обработкой (щелевание)	Без удобрений	6,5	71,7	24,0	12,4	20,0
		На 3,0 т/га	7,4	82,1	26,3	15,6	23,4
		На 5,0 т/га	6,3	107,7	21,1	15,3	18,6

Предполагаем, что наиболее высокое содержание гумуса на варианте с дифференцированной обработкой почвы может быть связано с тем, что при минимальной обработке почвы растительные остатки накапливаются на поверхности, а проведение вспашки на следующий год обеспечивает поступление большого количества органических остатков в пахотный слой. Это способствует тому, что начинает усиливаться процесс гумификации органического вещества при отвальной обработке. В то время как при минимальной обработке из-за уменьшения аэрации процесс минерализации, наоборот, уменьшается – это подтверждается исследованиями Д.И. Еремина и А.А. Ахтямовой (2015) [21].

Высокое содержание фосфора на варианте с чизельной обработкой на фоне внесения удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га связано с тем, что в неблагоприятные годы по-

лучить планируемую урожайность не удастся, и это приводит к накоплению неизрасходованных питательных веществ в почве [22].

Химический состав растений, включая зерно пшеницы, зависит от наличия макроэлементов в почве. В вегетативной части растений пшеницы и зерне проводились исследования содержания общего азота, фосфора и калия.

Содержание общего азота максимально при отвальной обработке почвы с чередованием с поверхностной через 1 год (дифференцированная) с внесением дозы минеральных удобрений на урожайность 5 т/га и составляет 1,04 % (рис. 3) [19]. Это связано с тем, что высокие дозы удобрений и хорошее накопление азота текущей нитрификации при дифференцированной обработке обеспечивают оптимальный азотный режим, что приводит к дополнительному накоплению азота в тканях яровой пшеницы [23].

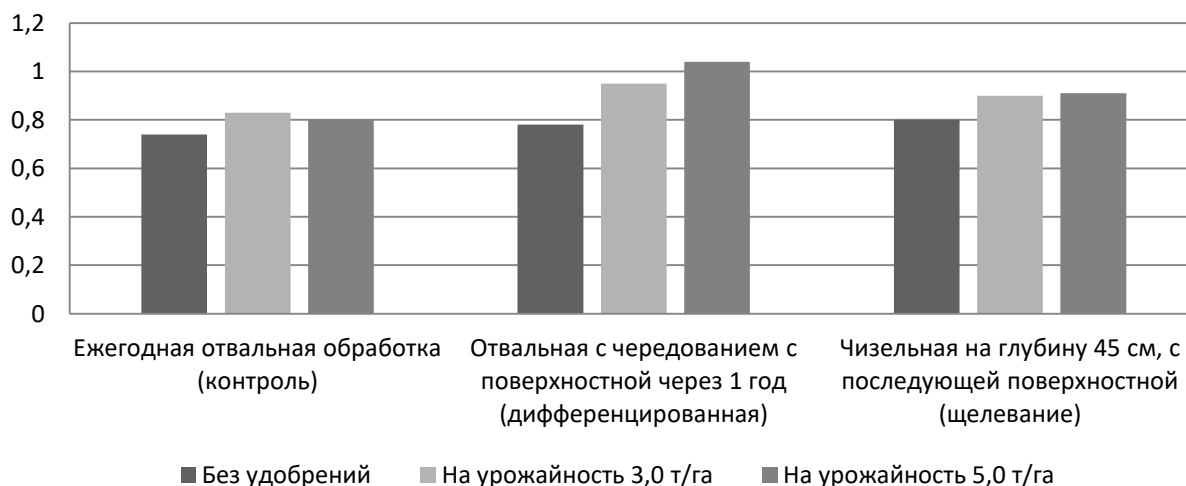


Рис. 3. Содержание общего азота в вегетативной части растения, %

Максимальное содержание общего фосфора в вегетативной части растений отмечено при отвальной обработке почвы с чередованием с поверхностной через 1 год (дифференцированная) и составляет 0,5 % при внесении мине-

ральных удобрений на урожайность 3 т/га. А при такой же обработке почвы наблюдается и минимальное количество данного показателя, но только при внесении удобрений на урожайность 5 т/га (рис. 4) [19].

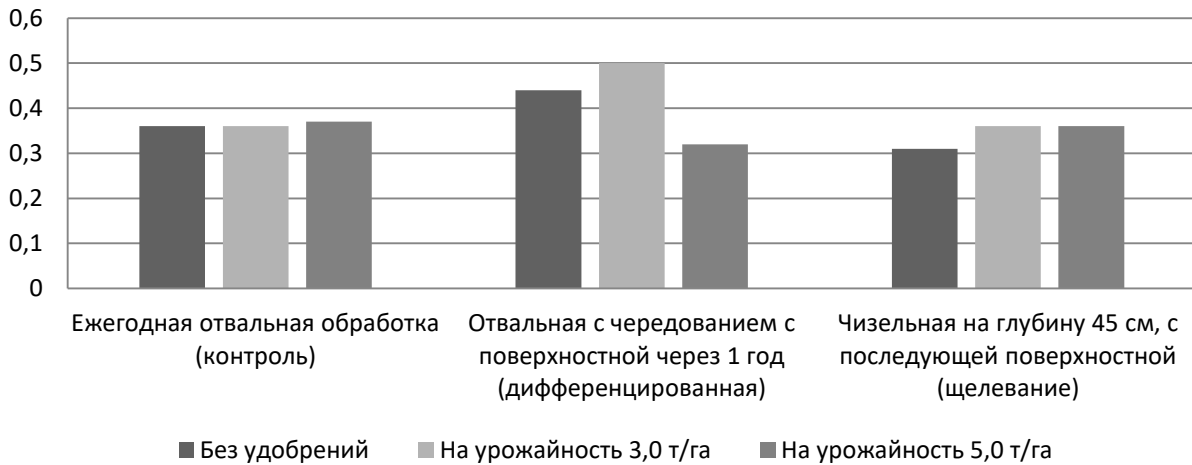


Рис. 4. Содержание общего фосфора в вегетативной части растения, %

Высокое содержание фосфора в тканях яровой пшеницы при проведении дифференцированной обработки на фоне внесения удобрений на планируемую урожайность 3 т/га может быть связано с тем, что на данном варианте в почве фиксируется оптимальный баланс питательных веществ. Это обеспечивает более быстрое прохождение фенологических фаз, что приводит к накоплению фосфора в вегетативной части, в результате снижается его отток в зерно. В то время как при внесении удобрений на урожайность 5 т/га увеличивается период созревания зерна и отток фосфора в зерно из вегетативной

части затягивается, что приводит к снижению его концентрации.

Наибольшее количество общего калия в вегетативной части растений наблюдается при отвальной обработке почвы с чередованием с поверхностной через 1 год (дифференцированная) без внесения удобрений и составляет 1,07 % [19]. При ежегодной отвальной обработке почвы (контроль) отмечено минимальное содержание общего калия (0,65 %) при внесении минеральных удобрений на урожайность 3 т/га (рис. 5) [19].

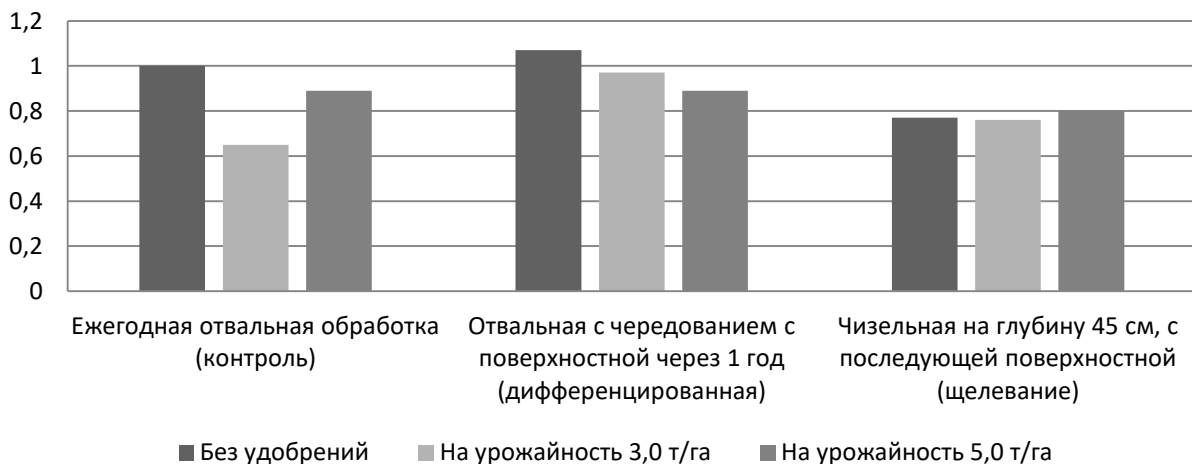


Рис. 5. Содержание общего калия в вегетативной части растения, %

Анализ содержания общего азота, фосфора и калия в вегетативной части растений показывает, что максимальные значения исследуемых элементов питания зафиксированы на отвальной обработке почвы с чередованием с поверх-

ностной через 1 год (дифференцированная), что говорит о накоплении питательных элементов в вегетативных органах в процессе формирования растения.

Наибольшее содержание общего азота в зерне пшеницы отмечено при дифференцированной обработке почвы с внесением удобрений на планируемую урожайность 3 т/га – 2,1 % (рис. 6) [19]. Это связано с тем, что на данном

варианте была получена планируемая урожайность, а созревание зерна происходило при благоприятном температурном режиме, что на фоне достаточного уровня питания обеспечивало большее накопление белка.

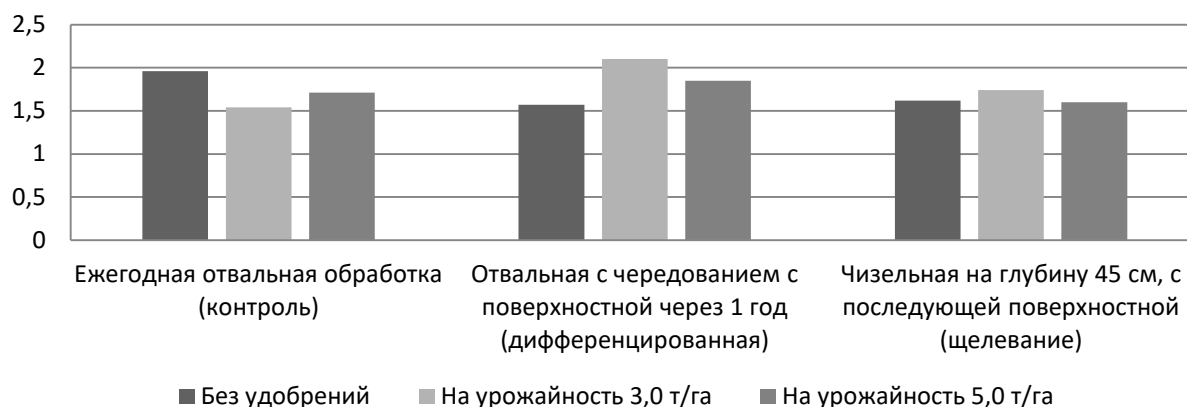


Рис. 6. Содержание общего азота в зерне пшеницы, %

Наибольшее и наименьшее содержание общего фосфора в зерне пшеницы зафиксировано на вариантах без внесения удобрений. Минимальное количество общего фосфора отмечено

при дифференцированной обработке почвы – 0,28 %, а максимальное – 0,74 % при чизельной на глубину 45 см, с последующей поверхностной обработкой почвы (щелевание) (рис. 7) [19].

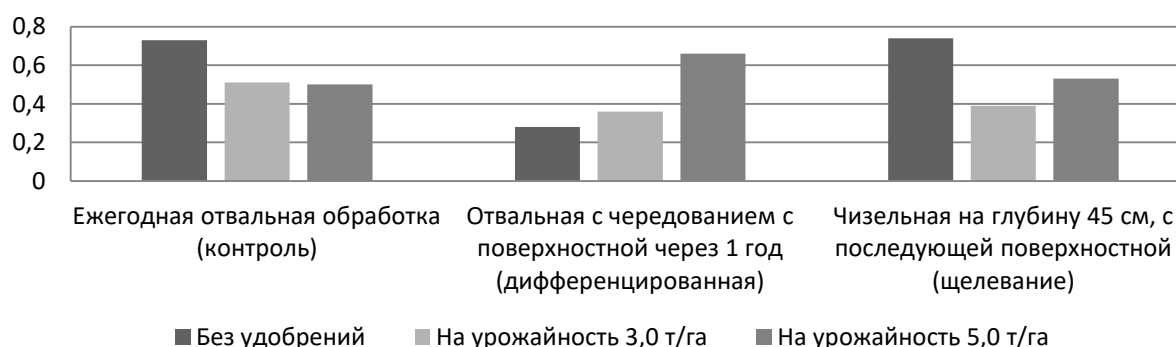


Рис. 7. Содержание общего фосфора в зерне пшеницы, %

Наибольшее содержание общего калия отмечено при чизельной обработке почвы на глубину 45 см с последующей поверхностной обработкой (щелеванием) при внесении удобрений на урожайность 5 т/га (0,5 %). Наименьшее количество общего калия зафиксировано при ежегодной отвальной обработке (контроль) при внесении удобрений на урожайность 3 т/га (0,38 %) (рис. 8) [19]. Проведение глубокого рыхления и высокий уровень питания обеспечивают лучшее разрастание и проникновение кор-

невой системы пшеницы в нижележащие горизонты, что будет обеспечивать лучшее усвоение калия и увеличение его концентрации в зерне.

Исследования содержания химических элементов в зерне пшеницы отражают то, что максимальное содержание общего фосфора и калия наблюдается при чизельной обработке почвы на глубину 45 см с последующей поверхностной (щелевание) на варианте без внесения минеральных удобрений и внесения на урожайность 5 т/га соответственно [19].

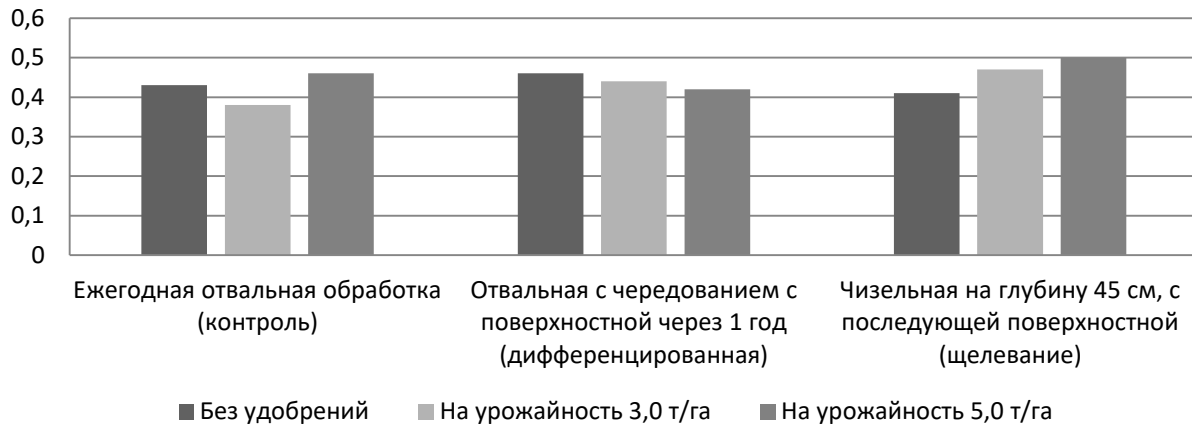


Рис. 8. Содержание общего калия в зерне пшеницы, %

Заключение. Содержание химических элементов в вегетативной части растений и в зерне пшеницы отражают эффективность применения минеральных удобрений и обработки почвы перед посевом. Анализ лабораторных исследований по количеству общего азота, фосфора, калия в вегетативной части растения и зерне яровой пшеницы показал, что наиболее эффективным вариантом обработки почвы для исследуемой культуры была отвальная с чередованием с поверхностной через 1 год, то есть дифференцированная, с внесением минеральных удобрений на урожайность 3 и 5 т/га. Внесение аммонийной селитры (NH_4NO_3) на урожайность 3 т/га (в физическом весе 150–170 кг/га) имеет оптимальный режим для возделывания яровой пшеницы на лугово-черноземных почвах при дифференцированной обработке за счет обеспечения процесса превращения органических остатков в верхнем слое почвы в гуминовые вещества.

Список источников

1. Бочарова А.А., Малышкин Н.Г. Сравнительная оценка экологического потенциала районов лесостепной зоны Тюменской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 27–32. EDN JMKNVX.
2. Шулёпова О.В., Санникова Н.В., Бочарова А.А. Разработка полезной модели для доочистки сточных вод в условиях лесостепной зоны Зауралья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 5 (395). С. 540–544. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_5_540.
3. Shulepova O., Sannikova N., Bocharova A. Biological treatment of plant waste water // E3S Web Conf. 420 07009 (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202342007009.
4. Iglovikov A., Kulyasova O., Sannikova N. Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations // XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Rostov-on-Don, 24–26 feb. 2021. Rostov-on-Don: Springer Verlag, 2022. P. 395–403. DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_45.
5. Moiseeva K.V., Shulepova O.V. The quality of spring wheat and barley grain under the influence of protective-stimulating preparations in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 apr. 2021. Michurinsk, 2021. P. 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012062. EDN NGLULM.
6. Якубышина Л.И., Логинов Ю.П. Влияние предшественников на урожайность семян сортов ячменя в северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11 (188). С. 40–46. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-40-46. EDN ZQRIXU.
7. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Урожайность и качество семенных клубней раннеспелого сорта картофеля Северный при разных сроках и способах посадки в северной лесостепной зоне Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1 (142). С. 37–44. EDN YZCQRN.
8. Sannikova N.V., Malyshekin N.G., Shulepova O.V. Comparative analysis of segetal vegetation in different climatic zones of the Northern Trans-Urals // E3S Web of Conf. 390

- 07015 (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202339007015.
9. *Shulepova O.V., Sannikova N.V., Fisunov N.V.* Species and quantitative composition of weeds in wheat agrophytocenosis in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1112, № 1. P. 012092. DOI: 10.1088/1755-1315/1112/1/012092. EDN DMNLVG.
 10. Использование природного сорбента в птицеводстве / *О.В. Шулепова* [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6 (183). С. 131–140. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140. EDN CEXQBQ.
 11. *Санникова Н.В., Шулепова О.В., Алексеева Р.В.* Использование осадка сточных вод в составе почвогрунтов для рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10 (199). С. 30–40. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40. EDN NIJHFA.
 12. Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / *N. Sannikova* [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 June 2021. Ussurijsk, 2021. P. 032093. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.
 13. *Гамзиков Г.П.* Агрохимия азота в агроценозах. Новосибирск: Изд-во ИИЦ СибНХБ Россельхозакадемии, 2013. 790 с. EDN SZYUED.
 14. *Моисеева К.В., Завьялова А.В.* Состояние пахотных почв и необходимость внесения минеральных и органических удобрений под посевы на примере Тюменской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (75). С. 43–47. EDN YSALUH.
 15. *Евтушкова Е.П., Солошенко А.И.* Мониторинг плодородия пахотных почв Тюменской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 6(396). С. 557–561. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_6_557. EDN WQIAOB.
 16. *Букин А.В.* Экология почв. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. 164 с. EDN VJXZPM.
 17. *Шахова О.А.* Интенсивность разложения клетчатки на серых лесных и черноземных почвах при использовании различных систем основной обработки в Северном Зауралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 5 (97). С. 9–13. EDN GKDIFM.
 18. Особенности минерального питания яровой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения / *А.Е. Уфимцев* [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (96). С. 18–23. EDN SRLYXH.
 19. *Замятина А.В.* Химический состав яровой пшеницы при различном уровне минерального питания на лугово-черноземных почвах Северного Зауралья. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. 55 с.
 20. *Шахова О.А.* Абиотические факторы и урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (76). С. 35–37. EDN WNBYOI.
 21. *Еремин Д.И., Ахтямова А.А.* Скорость разложения соломы яровой пшеницы при различных системах основной обработки почвы в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. № 1 (28). С. 16–21. EDN TTUHRH.
 22. *Еремин Д.И.* Динамика подвижного фосфора пахотного чернозема при длительном использовании органоминеральной системы удобрения в лесостепной зоне Зауралья // Плодородие. 2015. № 4 (85). С. 13–16. EDN UAXIUN.
 23. *Еремин Д.И., Демина О.Н.* Влияние минеральных удобрений на содержание легкогидролизуемого азота и нитрификационную способность пахотного чернозема в лесостепи Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2 (167). С. 26–32. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-26-32. EDN NNERQT.

References

1. *Bocharova A.A., Malyshkin N.G.* Sravnitel'naya ocenka `ekologicheskogo potenciala rajonov lesostepnoj zony Tyumenskoj oblasti // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2023. № 4. S. 27–32. EDN JMKNVX.
2. *Shulepova O.V., Sannikova N.V., Bocharova A.A.* Razrabotka poleznoj modeli dlya doochistki stochnyh vod v usloviyah lesostepnoj zony Zaural'ya // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2023. № 5

- (395). S. 540–544. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_5_540.
3. *Shulepova O., Sannikova N., Bocharova A.* Biological treatment of plant waste water // E3S Web Conf. 420 07009 (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202342007009.
 4. *Iglovikov A., Kulyasova O., Sannikova N.* Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations // XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Rostov-on-Don, 24-26 feb. 2021. Rostov-on-Don: Springer Verlag, 2022. P. 395–403. DOI 10.1007/978-3-030-81619-3_45.
 5. *Moiseeva K.V., Shulepova O.V.* The quality of spring wheat and barley grain under the influence of protective-stimulating preparations in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 apr. 2021. Michurinsk, 2021. P. 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012062. EDN NGLULM.
 6. *Yakubyshina L.I., Loginov Yu.P.* Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' semyan sortov yachmenya v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti // Vestnik KrasGAU. 2022. № 11 (188). S. 40–46. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-40-46. EDN ZQRXU.
 7. *Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I.* Urozhajnost' i kachestvo semennyh klubnej rannespelogo sorta kartofelya Severnyj pri raznyh srokah i sposobah posadki v severnoj lesostepnoj zone Tyumenskoj oblasti // Vestnik KrasGAU. 2019. № 1 (142). S. 37–44. EDN YZCQRN.
 8. *Sannikova N.V., Malyshkin N.G., Shulepova O.V.* Comparative analysis of segetal vegetation in different climatic zones of the Northern Trans-Urals // E3S Web of Conf. 390 07015 (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202339007015.
 9. *Shulepova O.V., Sannikova N.V., Fisunov N.V.* Species and quantitative composition of weeds in wheat agrophytocenosis in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1112, № 1. P. 012092. DOI: 10.1088/1755-1315/1112/1/012092. EDN DMNLVG.
 10. *Ispol'zovanie prirodnogo sorbenta v pticevodstve / O.V. Shulepova [i dr.]* // Vestnik KrasGAU. 2022. № 6 (183). S. 131–140. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140. EDN CEXQBQ.
 11. *Sannikova N.V., Shulepova O.V., Alekseevna R.V.* Ispol'zovanie osadka stochnyh vod v sostave pochvogruntov dlya rekul'tivacii narushennyh zemel' v usloviyah Krajnego Severa // Vestnik KrasGAU. 2023. № 10 (199). S. 30–40. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40. EDN NIJHFA.
 12. Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / *N. Sannikova [et al.]* // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 june 2021. Ussurijsk, 2021. P. 032093. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.
 13. *Gamzikov G.P.* Agrohimiya azota v agrocenozah. Novosibirsk: Izd-vo IIC SibNSHB Rossel'hoz akademii, 2013. 790 s. EDN SZYUED.
 14. *Moiseeva K.V., Zav'yalova A.V.* Sostoyanie pahotnyh pochv i neobhodimost' vneseniya mineral'nyh i organicheskikh udobrenij pod posevy na primere Tyumenskoj oblasti // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 4 (75). S. 43–47. EDN YSALUH.
 15. *Evtushkova E.P., Soloshenko A.I.* Monitoring plodorodiya pahotnyh pochv Tyumenskoj oblasti // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2023. № 6(396). S. 557–561. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_6_557. EDN WQIAOB.
 16. *Bukin A.V.* `Ekologiya pochv. Tyumen': GAU Severnogo Zaural'ya, 2022. 164 s. EDN VJXZPM.
 17. *Shahova O.A.* Intensivnost' razlozheniya kletchatki na seryh lesnyh i chernozemnyh pochvah pri ispol'zovanii razlichnyh sistem osnovnoj obrabotki v Severnom Zaural'e // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 5 (97). S. 9–13. EDN GKDIFM.
 18. Osobennosti mineral'nogo pitaniya yarovojsphenicy v usloviyah nedostatochnogo uvlazhneniya / *A.E. Ufimcev [i dr.]* // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 4 (96). S. 18–23. EDN SRLYXH.
 19. *Zamyatina A.V.* Himicheskij sostav yarovojsphenicy pri razlichnom urovne mineral'nogo

- pitaniya na lugovo-chernozemnyh pochvah Severnogo Zaural'ya. Tyumen': GAU Severnogo Zaural'ya, 2023. 55 s.
20. *Shahova O.A.* Abioticheskie faktory i urozhajnost' yarovoj pshenicy v usloviyah lesostepi Tyumenskoj oblasti // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 2 (76). S. 35–37. EDN WNBYOI.
 21. *Eremin D.I., Ahtyamova A.A.* Skorost' razlozheniya solomy yarovoj pshenicy pri razlichnyh sistemah osnovnoj obrabotki pochvy v lesostepnoj zone Zaural'ya // *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya*. 2015. № 1 (28). S. 16–21. EDN TTUHRH.
 22. *Eremin D.I.* Dinamika podvizhnogo fosfora pahotnogo chernozema pri dlitel'nom ispol'zovanii organomineral'noj sistemy udobreniya v lesostepnoj zone Zaural'ya // *Plodorodie*. 2015. № 4 (85). S. 13–16. EDN UAXIUN.
 23. *Eremin D.I., Demina O.N.* Vliyanie mineral'nyh udobrenij na sodержание legkogidrolizuemogo azota i nitrifikacionnuyu sposobnost' pahotnogo chernozema v lesostepi Zaural'ya // *Vestnik KrasGAU*. 2021. № 2 (167). S. 26–32. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-26-32. EDN NNERQT.

Статья принята к публикации 10.04.2024 / The article accepted for publication 10.04.2024.

Информация об авторах:

Ангелина Владиславовна Замятина¹, специалист по экологической безопасности

Наталья Владиславовна Санникова², доцент лаборатории экологии и рационального природопользования, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Ольга Викторовна Шулепова³, доцент лаборатории экологии и рационального природопользования, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

Angelina Vladislavovna Zamyatina¹, Environmental Safety Specialist

Natalia Vladislavovna Sannikova², Associate Professor at the Laboratory of Ecology and Rational Nature Management, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Olga Viktorovna Shulepova³, Associate Professor at the Laboratory of Ecology and Rational Nature Management, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

