

2. Босак В.Н., Сачивко Т.В., Акулич М.П. Агрономическая эффективность применения сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании овощных культур // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых: А. И. Горбальной, Ю. П. Сиротина и В. И. Тюльпанова / Т. Ф. Персикова (отв. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 11-12.
3. Босак В.Н., Сачивко Т.В. Применение сапонитсодержащего базальтового туфа при возделывании овощных культур // Вестник БарГУ. Серия: биологические науки. Сельскохозяйственные науки. – Вып. 5. – 2017. – С. 83-88.
4. Стрельцова Г.Д., Кузьменкова О.Ф., Босак В.Н., Сачивко Т.В. Характеристика и перспективы использования сапонитсодержащих базальто-

- вых туфов // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Мінск: Беларуская навука. Вып. 9, 2016. – С. 33–35.
5. Кидин В.В., Дерюгин И.П., Кобзаренко В.И. и др. Практикум по агрохимии/ Под ред. В.В. Кидина. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
6. Методика исследований по культуре картофеля НИИКХ. – М.: Агропромиздат, 1967. – 267 с.
7. Корелина В.А., Лагутина Т.Б., Попова Л.А., Антропова Г.Е. и др. Научно обоснованная система земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Архангельской области. – Архангельск: СОЛТИ, 2016. – С. 114.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

THE EFFECT OF AN AQUEOUS SUSPENSION OF SAPONITE ON THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOIL DURING POTATO GROWING IN THE ARKHANGELSK REGION

E.M. Romanov,^{1,2} E.N. Nakvasina¹, Doctor of Agricultural Sciences, I.I. Seregina^{2,3}, Doctor of Biological Sciences, E.N. Shabanova⁴

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov", 163002, Russia, Arkhangelsk region, Arkhangelsk, nab Severnaya Dvina str., 17, e-mail: RomanovE.M@yandex.ru

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", 127434, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

³Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov", Russia, 127550, Moscow, Pryanishnikova str., thirtyone

⁴Federal State Budgetary Institution Agrochemical service station "Ar-Handgelskaya", 163062, Russia, Arkhangelsk region, Arkhangelsk, Nikitova str., 9
seregina.i@inbox.ru

Relevance of research. Clay minerals are widely distributed in the earth's crust. Many clays contain substances necessary for the growth of agricultural crops. There are studies on the use of bentonite and saponite clays as a mineral fertilizer. The M.V. Lomonosov diamond deposit is located on the territory of the Primorsky district of the Arkhangelsk region. A characteristic feature of this deposit is the high saponitization of rock. As a result of diamond mining, a significant volume of secondary products remains in the form of an aqueous suspension of saponite. In this regard, the purpose of the conducted research was to study the effect of an aqueous suspension of saponite on the agrochemical properties of sod-podzolic soil when growing potatoes in the conditions of the Arkhangelsk region. The conducted studies allowed us to study the effect of various doses of saponite aqueous suspension when applied to the soil on potato yield, as well as on the agrochemical properties of the soil. Research methodology. Field experiments with potatoes have been carried out for three years to solve the set issues. Soil sampling was carried out to assess changes in agrochemical indicators of the soil during the growing season. Analytical studies were carried out in an accredited testing laboratory. Research results. The conducted studies allowed to establish insignificant increases in the content of mobile phosphorus, potassium and organic matter in the soil, as well as a decrease in nitrate nitrogen. When applying the maximum dose of saponite aqueous suspension, a stable increase in potato yield was obtained compared to the control variant without saponite. The maximum increase in yield is observed when saponite is applied at a dose of 9.7 t/ha (on average, over three years of observation, it was 17% compared with the control) and reaches the maximum values in the second year of observation – 26% compared with the control.

Keywords: saponite aqueous suspension, potato, crop.

УДК 633.1 : 631.95

DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.14

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., А.А. Коваленко, к.с.-х.н., К.В. Постникова, Т.Э. Манцева,

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 31 А, lab.organic@mail.ru

Приведены результаты исследований в четырехлетнем полевом опыте на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве агрополигона ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова по изучению потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от селекции и применения минеральных удобрений. Установлено, что при оптимизации минерального питания растений в варианте N₂₁₀P₁₁₀K₇₄ урожайность зерна селекционной линии отбор из Лютесценс 982/08, созданной в ФИЦ «Немчиновка», достигает в среднем за годы исследований 7,54 т/га, т.е. рекордного значения для почвенно-климатических условий Нечерноземной зоны России.

Ключевые слова: минеральные удобрения, дозы и сочетания, озимая пшеница селекционной линии отбор из Лютесценс 982/08, структура урожая и продуктивность, качество зерна.

Для цитирования: Мерзлая Г.Е., Коваленко А.А., Постникова К.В., Манцева Т.Э. Интенсивная технология возделывания и продуктивность пшеницы на дерново-подзолистой почве// Плодородие. – 2023. – №2. – С. 63-67.

DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.14.

В обеспечении продовольственной безопасности страны важная роль отводится росту производства зерна при возделывании интенсивных сортов зерновых

культур, включая пшеницу, занимающую в посевах зерновых более 60%, а в посевах продовольственных культур – до 90%. При средней урожайности пшеницы

около 3 т/га зерно невысокого качества и на 80% относится к 4-му классу и фуражному [1]. При этом следует иметь в виду, что за годы рыночных отношений в России резко снизился уровень применения удобрений. Из производимых в стране 20 млн т д.в. минеральных удобрений вносится на полях всего 2,8 млн т, а на 1 га посевов зерновых культур – 51 кг д.в. В то же время вынос питательных веществ из почвы с урожаем превышает их поступление в 2,4 раза. Таким образом, значительная часть урожая зерновых культур в последние годы формируется за счет мобилизации элементов питания из почвенных запасов, что свидетельствует о необходимости воспроизводства почвенного плодородия [2, 3]. В этой связи актуальны научные разработки по оптимизации минерального питания зерновых культур при внедрении в агрокультуру интенсивных, высокоурожайных сортов, устойчивых к полеганию и болезням, а для озимых зерновых – и к неблагоприятным условиям перезимовки.

Цель исследований – изучить особенности формирования урожая озимой пшеницы при оптимизации систем удобрения и реализации потенциальной продуктивности селекционной линии отбора из Лютесценс 982/08, созданной в ФИЦ «Немчиновка».

Методика. В ранее проведенных исследованиях в 2019 г. в полевом опыте по схеме, разработанной профессором Р.А. Афанасьевым [4], проведено сравнение продуктивности 7 различных сортов и линий озимой пшеницы: Московской 39, Московской 40, Московской 56, Немчиновской 85, Лютесценс 216/1, Лютесценс 982/08, отбора из Лютесценс 982/08 – в зависимости от интенсивности их удобрения и установлено преимущество селекционной линии отбора из Лютесценс 982/08.

В последующие годы (2020-2022) изучали особенности формирования продуктивности линии отбор из Лютесценс 982/08 селекции Б.И. Сандухадзе в полевом опыте со схемой внесения минеральных удобрений в возрастающих дозах, позволяющей определить оптимальные уровни удобренности культуры. Фосфорные и

калийные удобрения вносили перед высевом семян пшеницы под культивацию, азотные – весной на следующий год дробно, за 2-3 приема. Микроудобрения применяли по вегетирующим растениям пшеницы путем опрыскивания. Для защиты растений от сорняков, болезней и вредителей использовали пестициды – осенью Витацит, КС (с нормой расхода 2 л/т), весной Астростар, ВДГ + (0,15 кг/га), Тифил Агро, ВДГ + (0,15 кг/га), Ибис 100, КЭ (0,7 л/га), Инплант, КС (0,5 л/га).

Почва опытного участка – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая слабокультуренная, содержала 1,7% гумуса, характеризовалась средней обеспеченностью подвижным фосфором (по Кирсанову) – 96 мг/кг P_2O_5 и калием – 172 мг/кг K_2O , имела среднекислую реакцию почвенной среды – pH_{KCl} 5,7 ед.

Варианты удобрения представлены в таблице 1. Площадь опытной делянки от 15 до 50 м², повторность 3-кратная. Расположение вариантов систематическое.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия, сложившиеся в период проведения исследований, согласно данным метеостанции «Домодедово» (рис. 1, 2), в основном были благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы. При этом обращают на себя внимание повышенная температура воздуха по сравнению со средней многолетней в июне – августе 2021-2022 г. и высокая обеспеченность атмосферными осадками в эти периоды.

Наиболее высокой урожайностью зерна характеризовалась селекционная линия отбора из Лютесценс 982/08. При внесении $N_{210}P_{110}K_{74}$ эта линия обеспечивала сбор зерна 8,54 т/га.

При этом важно отметить, что зерно характеризовалось высоким содержанием белка (15,1%) и клейковины (30,8%). Исходя из приведенных результатов, селекционная линия отбора из Лютесценс 982/08 была выбрана как наилучший вариант для дальнейших исследований по определению потенциальной продуктивности культуры во времени при возрастающем уровне удобрений.

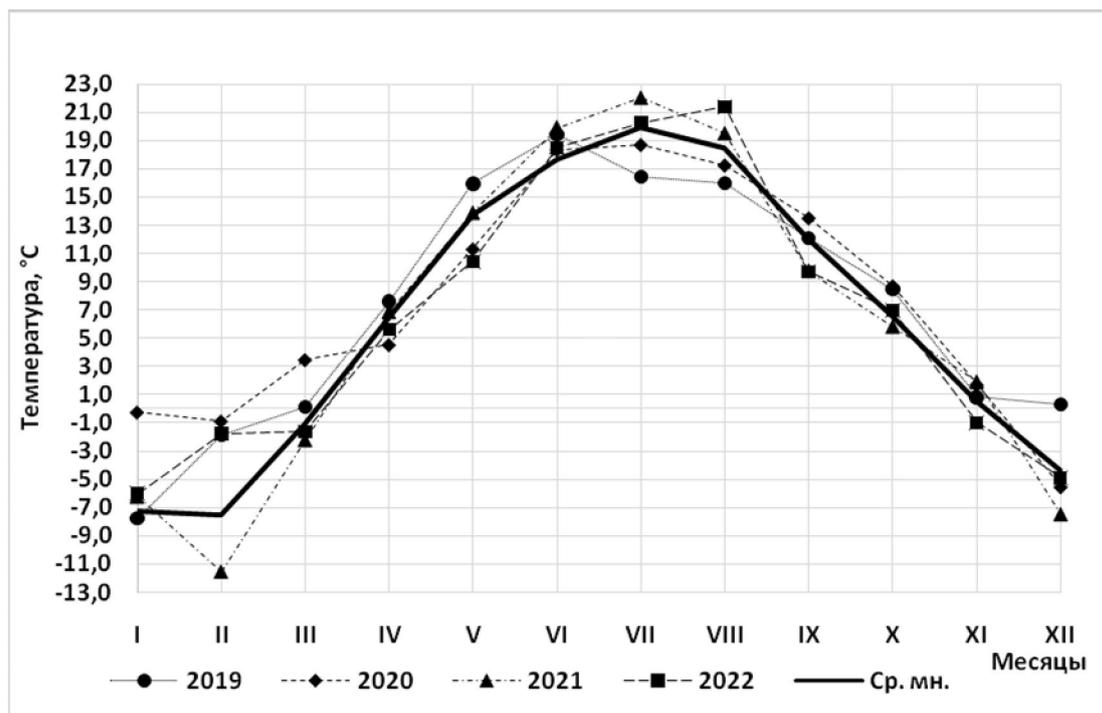


Рис. 1. Температура воздуха в годы исследований

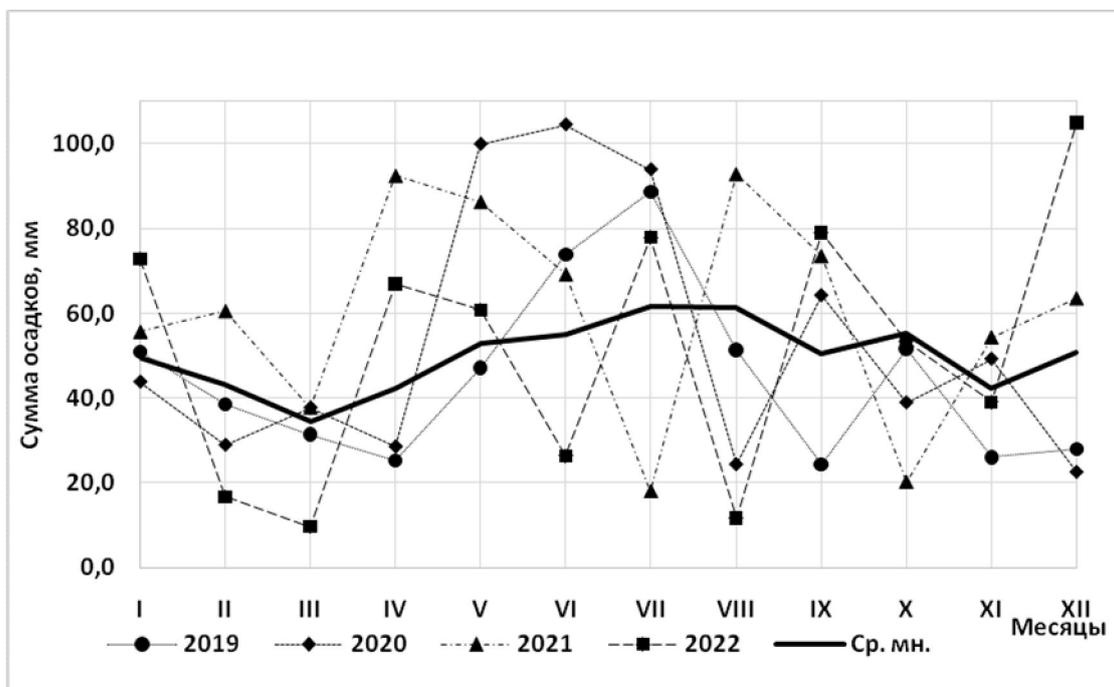


Рис. 2. Сумма осадков в годы исследований

1. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы линии отбора из Лютеценс 982/08 (в среднем за 2019-2022 г.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль (без удобрений)	5,49	-	-
$N_{90}P_{46}K_{31}$	6,74	1,25	22,8
$N_{150}P_{76}K_{51}$	7,24	1,75	31,9
$N_{210}P_{110}K_{74}$	7,54	2,05	37,3
$N_{210}P_{110}K_{100}$ + микроудобрения	7,48	1,99	36,2
HCP_{05}		1,38	

Согласно полученным данным (табл. 1), в среднем за 4 года (2019-2022) во всех вариантах полевого опыта урожайность зерна озимой пшеницы селекционной линии

отбора из Лютеценс 982/08 достоверно превышала контроль без внесения удобрений. Наибольшая урожайность зерна получена в варианте с максимальными дозами удобрений – $N_{210}P_{110}K_{74}$. В то же время при более низких дозах внесения – $N_{150}P_{76}K_{51}$ – урожайность зерна недостоверно отличалась от вышеприведенного варианта.

Анализ урожайности зерна по отдельным годам опыта (рис. 3) показал, что она колебалась в контрольном варианте от 3,6 до 7,47 т/га, а в лучших вариантах – от 3,8 до 9,96 т/га. Более низкая урожайность озимой пшеницы отмечена в 2021 г., что объясняется в основном ветреной погодой и вызванным ею сильным полеганием посевов.

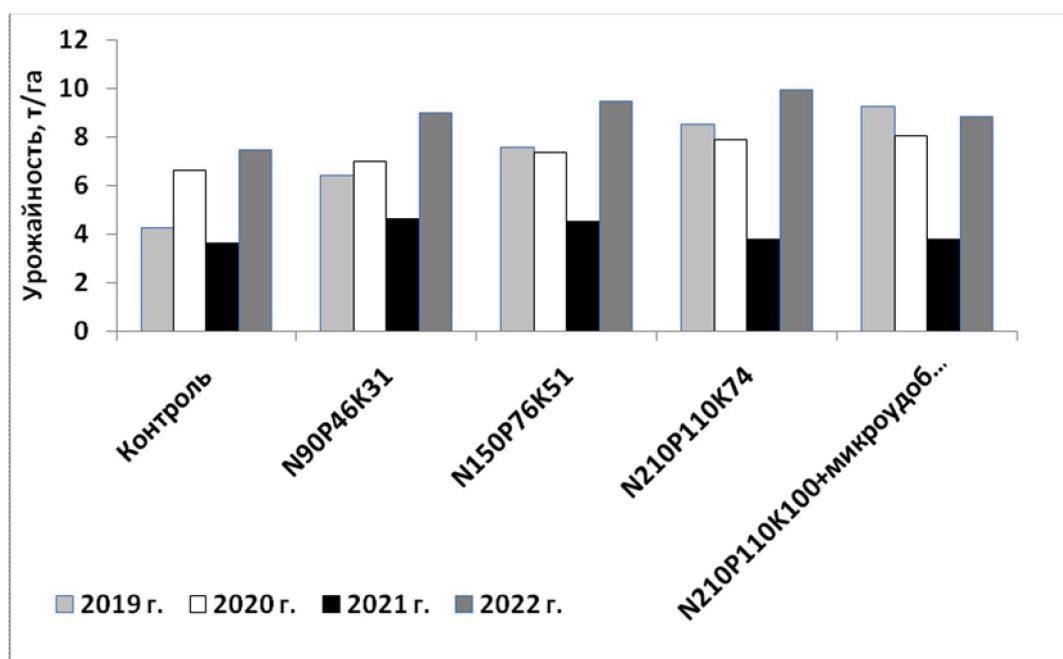


Рис. 3. Урожайность зерна озимой пшеницы линии отбор из Лютеценс 982/08 по годам опыта (при HCP_{05} в 2019 г. – 0,7, 2020 г. – 0,79, 2021 г. – 0,8, 2022 г. – 1,38 т/га)

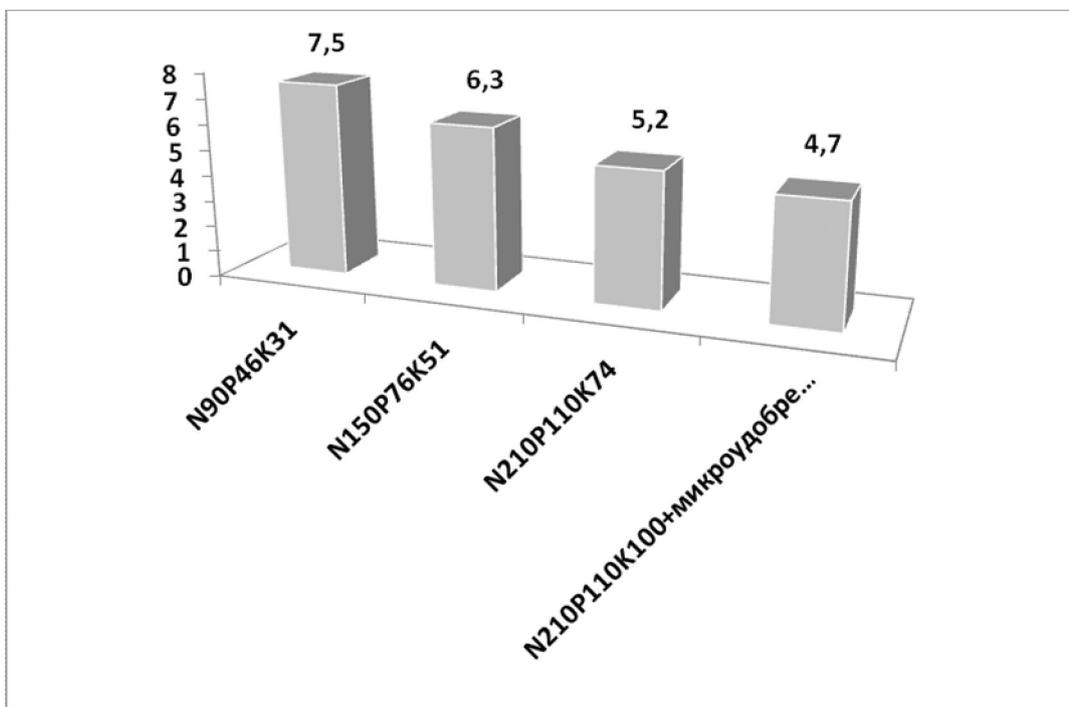


Рис. 4. Окупаемость 1 кг NPK удобрений зерном, кг

Максимальное значение урожайности зерна озимой пшеницы – 9,96 т/га – достигнуто в варианте с высокими дозами удобрений – N₂₁₀P₁₁₀K₇₄ в 2022 г., который, несмотря на недостаток тепла в мае, отличался высокими летними температурами. Это в итоге благоприятно отразилось на формировании генеративных органов озимых культур. Окупаемость 1 кг NPK – удобрений прибавкой урожая зерна в среднем за 4 года исследований (2019-2022 г.) в вариантах N₂₁₀P₁₁₀K₇₄ и N₁₅₀P₇₆K₅₁ находилась на уровне 5,2 и 6,3 кг (рис. 4).

При анализе продуктивности исследуемой селекционной линии озимой пшеницы важно отметить, что в течение трех лет из четырех в вариантах с удобрениями при оптимизации их доз была получена высокая урожайность для условий Нечерноземья, составившая 7,9-10 т/га зерна. Это, несомненно, связано с ее биологическим потенциалом. При этом оптимальные дозы азота удобрений под озимую пшеницу на фосфорно-калийном фоне составили 150-210 кг/га.

Характерно, что аналогичный уровень вносимого азота был отмечен при рассмотрении данных Географической сети опытов с удобрениями. Так, на основании обобщения результатов краткосрочных и длительных опытов на территории Нечерноземной зоны России наиболее сбалансированный результат относительно затрат на удобрения в минеральной системе дали дозы азота 120-180 кг N/га/год [5]. Внесение 240 кг/га минерального азота вызывало некоторый, но не опасный, его избыток в агроценозе. По другим данным [6], безопасные дозы азотных удобрений находятся на уровне 100-200 кг N/га.

При исследовании биометрических показателей растений озимой пшеницы в проведенном полевом опыте установлено (табл. 2, 3), что внесение удобрений, особенно в высоких дозах, увеличивало высоту растений, длину колоса, количество колосков и зерен в колосе, а также массу 1000 зерен. Таким образом, согласно полученным данным, оптимизация условий питания озимой пшеницы оказывала положительное влияние на ее рост

и развитие, что в итоге привело к повышению урожайности зерна.

2. Биометрические показатели роста и развития озимой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений

Показатель	Варианты опыта				
	Контроль	N ₉₀ P ₄₆ K ₃₁	N ₁₅₀ P ₇₆ K ₅₁	N ₂₁₀ P ₁₁₀ K ₇₄	N ₂₁₀ P ₁₁₀ K ₁₀₀ +микроудобрения
Высота растений, см	50,4	57,7	62,9	63,2	59,8
Число стеблей, на 1 растение	всего	2	3	2	2
	продуктивных	2	2	2	2
Длина колоса, см	8,5	9,2	9,5	9,7	9,6
Число в колосе	колосков	15	16	17	17
	зерен	42	40	44	43
Отношение зерна к соломе	1,1	1,1	1	1	1

3. Влияние минеральных удобрений на массу 1000 зерен и массу зерна озимой пшеницы

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Масса, г/л
Контроль (без удобрений)	40	738
N ₉₀ P ₄₆ K ₃₁	42	736
N ₁₅₀ P ₇₆ K ₅₁	42	737
N ₂₁₀ P ₁₁₀ K ₇₄	42	737
N ₂₁₀ P ₁₁₀ K ₁₀₀ + микроудобрения	41	734

Изучение качества полученной продукции при возделывании озимой пшеницы показало (рис. 5), что содержание белка и клейковины в зерне зависело от доз применяемых удобрений, в первую очередь азотных. При этом максимальные значения показателей качества зерна (15,4% белка и 31,1% клейковины) были достигнуты в варианте полного минерального удобрения с высокими дозами – N₂₁₀P₁₁₀K₇₄.

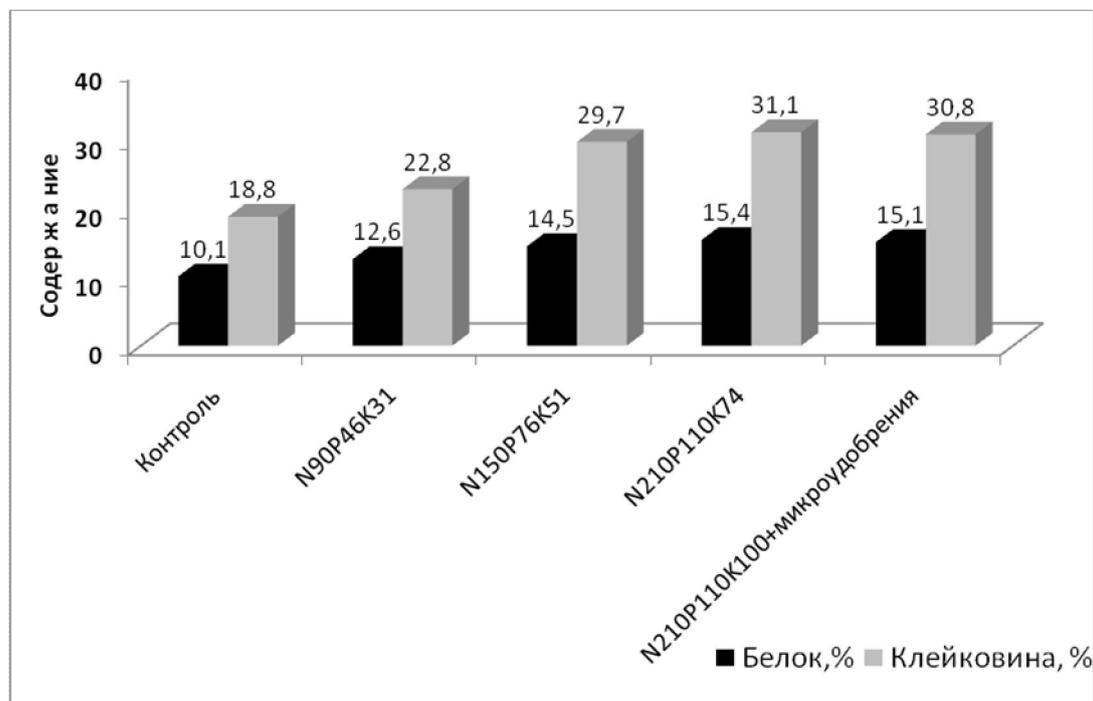


Рис. 5. Влияние удобрений на содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы

Заключение. Проведенные исследования в четырехлетнем полевом опыте показали, что для повышения производства высококачественного зерна озимой пшеницы перспективны оптимизация сортового разнообразия культуры и совершенствование технологии возделывания, включая интенсивные системы удобрения. В условиях дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны РФ для получения устойчивой продуктивности озимой пшеницы 7,5 т/га целесообразно применять, с учетом ее сортовых особенностей и экологической безопасности возделывания, полное минеральное удобрение в дозе N₂₁₀P₁₁₀K₇₄.

Литература

1. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: научное издание / Под ред. В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 396 с.
2. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.
3. Чекартев П.А. Воспроизводство плодородия – залог стабильного развития АПК // Плодородие. – 2018. – № 1. – С. 4-7.
4. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Афанасьев Р.А., Коваленко А.А., Шатохин А.Ю. Факторы урожайности озимой пшеницы в условиях Нечерноземья // Плодородие. – 2021. – № 3. – С. 66-71. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.12.
5. Романенков В.А., Белченко М.В., Рухович О.А., Никитина Л.В., Иванова О.И. Эффективность использования азота в длительных опытах агрохимслужбы и Геосети Российской Федерации // Агрохимия. – 2020. – № 12. – С. 28-37. DOI: 10.31857/S0002188120120091.
6. Nitrogen Use Efficiency (NUE) – an indicator for the utilization of nitrogen in agriculture and food systems. Wageningen University, 2015. Alterra, PO Box 47, NL-6700 Wageningen, Netherlands.

INTENSIVE CULTIVATION TECHNOLOGY AND PRODUCTIVITY OF WHEAT ON SODDY-PODZOLIC SOIL

G.E. Merzlaya, A.A. Kovalenko, K.V. Postnikova, T.E. Mantseva

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova",
lab.organic@mail.ru

The results of studies in a four-year field experiment on soddy-podzolic heavy loamy soil of the Agropolygon of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov to study the potential productivity of winter wheat depending on selection and the use of mineral fertilizers. It has been established that when optimizing the mineral nutrition of plants in the N210P110K74 variant, the grain yield of the breeding line selection from Lutescens 982/08, created at the FRC Nemchinovka, reaches an average of 7.54 t/ha over the years of research, i.e. record value for the soil and climatic conditions of the Non-Chernozem zone of Russia.

Key words: mineral fertilizers, doses and combinations, winter wheat of the breeding line selection from Lutescens 982/08, crop structure and productivity, grain quality.