

#### 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2025-4-20-28

УДК 631.559: 631.582 (470.56)

### Влияние почвенно-климатических условий, минеральных удобрений и предшественников на продуктивность сидеральных севооборотов и плодородие степных чернозёмов Предуралья

**Д. В. Митрофанов**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела «Технологии зерновых и кормовых культур»

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук  
460000, г. Оренбург, улица 9 Января, 29; [✉ dvm.80@mail.ru](mailto:dvm.80@mail.ru)

**Резюме.** В статье приведены результаты исследования сидеральных севооборотов и почвы в условиях Оренбуржья. Запланированные полевые опыты проведены с 2022 по 2024 гг. на тридцатипятилетнем стационаре севооборотов в Оренбургском районе. Цель работы – изучить влияние метеорологических условий, температуры, продуктивной влаги, макроэлементов питания и целлюлозоразрушающей активности почвы, минеральных удобрений и предшественников на урожайность полевых культур в системе севооборотов для повышения и сохранения плодородия почвы. Объекты исследования – чернозём южный малогумусный тяжелосуглинистый и полевые культуры. В работе применены следующие методы исследований: метеонаблюдений, полевой, лабораторный, расчётов урожайности, дисперсионный, регрессионный. По схеме двухфакторного опыта взяты двенадцать вариантов выращивания полевых культур на двух фонах (нитроаммофоска и без удобрения) питания. В работе выявлены результаты среднего значения за вегетационный период (май...август): температура воздуха – 19,8 °C, дождевые осадки – 180,7...182,3 мм; число суховейных дней – 45,3; гидротермический коэффициент – 0,8; температура почвы – 21,6...22,9 °C, продуктивная влага в фазе всходов – 64,0...120,6 мм, в фазе спелости – 6,6...38,9 мм; расход влаги – 54,8...97,8 мм; целлюлозоразрушающая активность почвы – 6,8...17,7%; N-NO<sub>3</sub> – 20,1...46,6 мг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 38,6...93,6 мг, K<sub>2</sub>O – 424,4...677,5 мг/кг; гумус – 3,6...5,6%; pH водной вытяжки – 6,5...7,7; продуктивность зелёной массы – 11,2...14,3 т, зерна – 0,6...1,6 т/га. По результатам данных регрессионного анализа установлена положительная зависимость повышения продуктивности сидеральных севооборотов и плодородия почвы от влияния (39,17...64,92%, r=0,62...0,80\*) продуктивной влаги в фазе спелости, температуры почвы (39,77%, r=0,63\*), подвижного фосфора (53,84%, r=0,73\*) и обменного калия (89,48%, r=0,94\*) в фазе всходов полевых культур. Совокупность других изучаемых факторов не влияло на повышение и сохранение продуктивности и плодородия почвы. В засушливых метеоусловиях рекомендуется осваивать сидеральные севообороты с кукурузой на силос и просом с применением нитроаммофоски.

**Ключевые слова:** полевые культуры, температура воздуха, температура почвы, дождевые осадки, продуктивная влага, целлюлозоразрушающая активность почвы, плодородие почвы.

**Для цитирования:** Митрофанов Д. В. Влияние почвенно-климатических условий, минеральных удобрений и предшественников на продуктивность сидеральных севооборотов и плодородие степных чернозёмов Предуралья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4 (72). С. 20-28. doi:10.18286/1816-4501-2025-4-20-28

### The impact of soil and climatic conditions, mineral fertilizers, and forecrops on the productivity of green manure crop rotations and the fertility of steppe black soils in the Cis-Urals

**D. V. Mitrofanov**

Federal Research Center for Biological Systems and Agricultural Technologies, Russian Academy of Sciences  
460000, Orenburg, 29 9 Yanvarya Street;  
[✉ dvm.80@mail.ru](mailto:dvm.80@mail.ru)

**Abstract.** This article presents results of the study of green manure crop rotations and soils in the Orenburg region. Planned field experiments were conducted from 2022 to 2024 at a 35-year-old crop rotation station in the Orenburg district. The aim of the work is to study the influence of meteorological conditions, temperature, productive moisture, macronutrients and cellulose-destroying activity of the soil, mineral fertilizers and forecrops on the yield of field crops in the crop rotation system to increase and maintain soil fertility. The objects of the study are southern low-humus heavy loamy black soil and field crops. The following research methods were used in the work: meteorological observations, field, laboratory, yield calculations, dispersion, regression. According to the two-factor experiment scheme, twelve variants of field crops on two backgrounds (nitroammophoska and without fertilizer) of nutrition were taken. The work revealed the results of the average value for the growing season (May... August): air temperature - 19.8 °C, rainfall - 180.7... 182.3 mm; number of dry wind days - 45.3; hydrothermal coefficient - 0.8; Soil temperature is 21.6...22.9 °C, productive moisture in the germination phase is 64.0...120.6 mm, in the ripeness phase – 6.6...38.9 mm; moisture consumption is 54.8...97.8 mm; cellulose-destroying activity of the soil is 6.8...17.7%; N-NO<sub>3</sub> – 20.1...46.6 mg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 38.6...93.6 mg, K<sub>2</sub>O – 424.4...677.5 mg/kg; humus – 3.6...5.6%; pH of aqueous extract is 6.5...7.7; green mass productivity is 11.2...14.3 t, grain – 0.6...1.6 t/ha. Regression

analysis revealed a positive correlation between the increase in productivity of green manure crop rotations and soil fertility and the influence (39.17% to 64.92%,  $r=0.62\%$  to  $0.80\%$ ) of productive moisture at maturity, soil temperature (39.77%,  $r=0.63\%$ ), available phosphorus (53.84%,  $r=0.73\%$ ) and exchangeable potassium (89.48%,  $r=0.94\%$ ) at the emergence stage of field crops. The combination of other studied factors did not affect the increase and preservation of soil productivity and fertility. In dry weather conditions, it is recommended to develop green manure crop rotations with corn for silage and millet using nitroammophoska.

**Keywords:** field crops, air temperature, soil temperature, rainfall, productive moisture, cellulose-destroying activity of the soil, soil fertility.

**For citation:** Mitrofanov D. V. The impact of soil and climatic conditions, mineral fertilizers, and forecrops on the productivity of green manure crop rotations and the fertility of steppe black soils in the Cis-Urals // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025.4 (72): 20-28 doi:10.18286/1816-4501-2025-4-20-28

**Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2024-2030 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН,  
тема № FNWZ-2022-0014**

### **Введение**

Севооборот играет важнейшую роль в повышении и сохранении плодородия почвы. Влияние севооборота на содержание в почве гумуса определяется, прежде всего, составом, структурой выращиваемых культур и агротехникой их возделывания. Севооборот повышает роль удобрений в накоплении гумуса, уменьшает его потери и улучшает качественные параметры [1]. Для повышения плодородия почвы выявлена необходимость введения в структуру посевных площадей севооборота бобовых растений, возделывания сидеральных культур, замены чистого пара на сидеральный, запашки измельчённой соломы зерновых культур [2]. Вид севооборота существенно влияет на урожайность полевых культур. Применение минеральных удобрений повышает плодородие почвы и продуктивность зернопарового севооборота. Существенное влияние оказывают минеральные удобрения (аммофоска) на прибавку зерна гороха в зернопаровых севооборотах [3]. В длительных опытах применение минеральных удобрений постепенно увеличивает плодородие почвы в севооборотах. Минеральные удобрения являются важным фактором повышения продуктивности и устойчивости полевых культур зернопропашного севооборота [4]. Запашка сидератов в паровом поле севооборота без применения минеральных удобрений обеспечивает получение наибольшей урожайности зерновых культур. Применение минеральных удобрений на фоне питания способствует дополнительному сбору зерна. Сидеральный севооборот имеет своё преимущество перед зернопаровым за счёт наибольшей урожайности зерновых культур [5].

Минеральная система удобрений с двойной дозой NPK обеспечивает наибольшую урожайность мягкой пшеницы за девять ротаций севооборота. В вариантах без применения минеральных удобрений снижается продуктивность севооборота [6]. За шесть ротаций севооборота формируется наибольшая продуктивность на фоне с минеральными удобрениями, чем без их применения. В благоприятных метеорологических условиях наибольшая урожайность мягкой пшеницы наблюдается на удобренных почвах, и недобор выпавших осадков снижает

выход зерна [7]. Мягкая пшеница при возделывании в зернопаровых севооборотах формирует наибольшую урожайность с применением нитроаммофоски. Урожайность мягкой пшеницы снижается по предшественникам без применения минерального удобрения [8]. Внесение минеральных удобрений под посев мягкой пшеницы повышает целлюлозолитическую активность почвы, содержание нитратного азота и продуктивность. Наибольшая активность разлагающих микроорганизмов наблюдается под посевом культуры после гороха [9].

Наибольшая урожайность зерновых культур формируется на удобренном фоне питания по предшественникам (сидеральный пар, горох и мягкая пшеница после проса) в севооборотах [10]. Урожайность твёрдой пшеницы зависит от предшественников севооборотов и действия минеральных удобрений. Возделывание твёрдой пшеницы в сидеральном севообороте сопровождается целлюлозолитической активностью почвы. Действие минеральных удобрений повышают целлюлозолитическую активность почвы при выращивании твёрдой пшеницы после сидерального пара [11]. Активность микроорганизмов в почве повышается с наибольшим содержанием веществ питания ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) под посевом твёрдой пшеницы. Применение минеральных удобрений после сидерального пара (овёс и горох) приводит к увеличению содержания подвижного фосфора и обменного калия, целлюлозоразлагающей активности почвы и урожайности твёрдой пшеницы. [12]. Весенне применение минеральных удобрений под культивацию в севообороте усиливает биологическую активность почвы. Севооборот оптимизирует микробиологические процессы в почве и увеличивает устойчивость микробного сообщества [13].

Применение минеральных удобрений положительно влияет на наибольшие прибавки урожая ячменя. В засушливых условиях отмечается снижение урожайности ячменя на удобренном и неудобренном фонах питания. Такое наблюдение связано с повышенным температурным стрессом и с водным дефицитом в условиях засухи [14, 15]. Внесение двойной дозы минеральных удобрений под посев ячменя повышает урожайность

#### **4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)**

в зернопаропропашном севообороте. Наибольшая урожайность ячменя получена с осенним внесением азофоски под основную обработку почвы. Применение минеральных удобрений повышает продуктивность ячменя в севообороте [16, 17].

Внесение минеральных удобрений в почву увеличивает урожайность кукурузы в благоприятных погодных условиях. В связи с эффективностью применения удобрений под посев кукурузы происходит сбалансированное питание, которое снижает расход продуктивной влаги и питательных веществ из почвы, тем самым повышается и сохраняется почвенное плодородие [18, 19]. Урожайность проса в два и более раз выше в севооборотах, чем у мягкой и твёрдой пшеницы в разнообразных погодных условиях. Просо обладает высокой устойчивостью и стабильностью урожайности в условиях засухи вегетационного периода, чем яровые зерновые культуры [20].

В связи с этим, основные вопросы по проблеме повышения и сохранения урожайности и плодородия почвы в современном земледелии практически мало решались в условиях степной зоны Южного Урала. Таким образом, для достижения цели решения проблемы проводили исследования по выявлению влияния абиотических и ключевых факторов среды на урожайность полевых культур в севооборотах и на плодородие чернозёмов южных Оренбургского Предуралья.

Цель исследования состояла в изучении влияния метеорологических условий, температуры, продуктивной влаги, макроэлементов питания и целлюлозоразрушающей активности почвы, минеральных удобрений и предшественников на урожайность полевых культур в системе севооборотов для повышения и сохранения плодородия почвы.

##### **Материалы и методы**

Научные исследования проводили на экспериментальном участке по севооборотам с применением минеральных удобрений в условиях Оренбургского Предуралья, заложенном 35 лет назад ( $51^{\circ}46'30.45''N$ ,  $55^{\circ}18'23.57''E$ ). В 2022-2024 гг. сидеральный пар и полевые культуры возделывали в шестипольных севооборотах на территории Оренбургского района центральной зоны области. Климат изучаемой зоны резко континентальный, так как наблюдается большая разность между средними температурами самого холодного и тёплого месяцев и неравномерность выпадение осадков в течение года.

В объекты исследования входили чернозём южный изучаемого участка и полевые культуры в сидеральных севооборотах. Среднее содержание гумуса чернозёма южного малогумусного тяжелосуглинистого опытного поля (по методу И.В. Тюрина) варьирует 3,2...4,0%, в сидеральном пару – 3,5...3,8%. Реакция среды в слое почвы 0...30 см в опыте нейтральная и слабощелочная: pH водной вытяжки – 7,0...8,1, в пару – 7,3...7,5; содержание

нитратного азота (по ионометрическому методу) – среднее 19,7...40,9 мг, подвижного фосфора – низкое 5...25 мг и обменного калия (по методу Б.П. Мачигина) – высокое 300...380 мг/кг. Показатели плодородия почвы определяли этими методами в центре коллективного пользования (<http://цкп-бст.рф>.).

Исследования проводили по методам: метеонаблюдений по данным ЦГМС г. Оренбурга, полевого осадкомера и термометра Checktemp - HI 145; полевой по Б. А. Доспехову, термостатно-весовому по С.А. Воробьёву, аппликационно-весовому по Е.Н. Мишустину и др., расчётов урожайности с помощью взвешивания зелёной массы и зерна с учётом чистоты и влажности, дисперсионному по программе А. В. Самойлова (Россия) и статистическому по программе Statistica 12.0 разработанная компанией Stat Soft (США).

Изучали сидеральные севообороты по разработанной схеме полей: 1. Пар сидеральный «одновременный посев овса и гороха» ...2. Твёрдая пшеница...3. Мягкая пшеница...4. Разделённое поле на посевы «кукуруза на силос, просо, горох» ...5. Мягкая пшеница...6. Ячмень. В работе применяли двухфакторный опыт по схеме:  $12A_1 \times 2B_1$ , где  $A_1$  – предшественники сидеральных севооборотов (двенадцать вариантов опыта);  $B_1$  – первый фон питания с удобрением (нитроаммофоска), второй – контрольный (без удобрения). Закладка полевых опытов проведена в четырёхкратной повторности и в трёхкратной во времени.

Варианты опытного поля представляют пар, культуры по предшественникам сидеральных севооборотов: А. Пар сидеральный...ячмень; Б. Твёрдая пшеница...сидеральный пар; В. Мягкая пшеница...твёрдая пшеница; Г. Кукуруза на силос...мягкая пшеница; Д. Просо...мягкая пшеница; Ж. Горох...мягкая пшеница; З. Мягкая пшеница...кукуруза на силос; К. Мягкая пшеница...просо; Л. Мягкая пшеница...горох; М. Ячмень в последействии кукурузы...мягкая пшеница; Н. Ячмень в последействии проса...мягкая пшеница; П. Ячмень в последействии гороха...мягкая пшеница.

В полевом опыте пары и полевые культуры сидеральных севооборотов систематически размещали на 48 делянках в шахматном порядке. В основных полях севооборота размер прямоугольной формы делянок составил 14,4 м на 90 м с  $S^2 = 1296 \text{ м}^2$ . В разделённом поле делянки состояли из наименьшего размера 3,6 м на 90 м с  $S^2 = 324 \text{ м}^2$ . Длина фона с нитроаммофоской на делянках составила тридцать метров и фона без удобрения – шестьдесят в соответствии с размером поля. Общая площадь сидеральных севооборотов в опыте составила 50544 м<sup>2</sup> или 5,0 га. На экспериментальном поле вносили (сейлка СЗП-3,6) на первой части делянок нитроаммофоску (содержание NPK = по 16%) в осенний период перед глубокой вспашкой (плуг ПЛН-4-35) почвы на 25...27 см с рекомендуемой

экономически оправданной нормой агрохимиками ( $N_{40}P_{40}K_{40}$  кг/га действующего вещества). Учёт урожайности зерновых культур проводили методом расчётов с площади 180 м<sup>2</sup>. Учёт урожайности гороховосянной смеси и кукурузы проводили вручную методом пробных площадок с площади 20 и 14 м<sup>2</sup>.

В весенний период проводили боронование в два следа (БЗСС-1) и предпосевную культивацию (КПС-4У) почвы. В первой и во второй половине мая высевали семена полевых культур районированных сортов твёрдой (Оренбургская 10, 21, Целинница), мягкой пшеницы (Оренбургская 13, Саратовская 42, Учитель), просо (Оренбургское 9, 20; 24), овёс (Скаун), горох (Усач неосыпающийся, Чишминский 95, 229), ячмень (Анна, Натали, Миар) и гибридов кукурузы (РОСС-144 МВ, РОСС-199 МВ, РОСС-197 АМВ). Посев сортов проводили дисковой сеялкой (VITA СЗП-3,6А) и гибридов (Веста-8 и УПС-8) с установленной нормой полевых культур (млн шт. семян/га): твёрдая пшеница (4,0), мягкая пшеница (4,5), кукуруза на силос (0,05), просо (3,0), овёс (3,0), горох (1,2) и ячмень (3,8). После посева прикатывали семена кольчато-шпоровыми трехсекционными катками (З-ККШ-6). В фазу цветения овса и гороха измельчали косилкой и запахивали зелёную массу отвальным плугом, что в результате создавали зелёное удобрение в сидеральном пару. На делянках кукурузы в течение вегетации проводили междурядную обработку почвы против сорной растительности (КРН-4,2). На делянках не применяли инсектициды и фунгициды. В 2022-2023 гг. в фазе кущения зерновых культур (пшеница, просо, ячмень) и фазе 3...5 листьев гороха обрабатывали посевы гербицидом (Аметил с нормой расхода 0,7...1,5 и 0,5...0,8 л/га) против однолетних и многолетних двудольных сорняков. Для определения в физическом весе урожайности зерновых культур в конце вегетации (август-сентябрь) убирали селекционным

комбайном (TERRION-SAMPO SR2010) с измельчителем соломы.

### Результаты

В засушливом 2023 г. за вегетационный период (май...август) отмечалась наибольшая температура воздуха и составила 20,8 °C или больше среднемноголетнего показателя (19,1 °C) на 8,9%. Во влажном 2024 г. наблюдалась наименьшая температура воздуха и составила 18,9 °C или на 1,0% меньше нормы.

В 2024 г. максимальное количество дождевых осадков выпало на районе 212,0 мм и на поле 224,0 мм, что на 36,8 и 44,5% выше среднемноголетнего показателя 155 мм. В 2023 г. минимальное количество дождевых осадков составило на районе 153,0 мм и на поле 135,0 мм, что на 1,3 и 12,9% ниже нормы. В 2023 г. наибольшее число суховейных дней составило 64,0 или на 14,3% больше среднемноголетнего показателя 56,0. В 2024 г. наименьшее число суховейных дней составило 26,0 или на 53,6% меньше нормы. В 2022 г. гидротермический коэффициент увлажнения по Г.Т. Селянинову вегетационного периода составил 0,8 (недостаточно засушливый), 2023 – 0,6 (очень засушливый) и 2024 – 1,0 (влажный).

В среднем за годы исследований показатели температуры воздуха превосходили норму на 0,7 °C, осадков – на 27,3 мм, кроме числа суховейных дней. В среднем гидротермический коэффициент составил 0,8, что на 0,1 выше среднемноголетнего показателя 0,7.

За вегетационный период кукурузы на силос (вариант Г) на фоне питания (удобрения и контроль) наблюдалась наибольшая средняя температура в слое почвы 0...30 см 22,7 и 22,9 °C, гороха (Ж) – 21,6 и 21,9 °C. В других вариантах эксперимента средняя температура почвы за время парования и вегетационный период в сидеральных севооборотах была на уровне 21,8...22,7 °C (табл. 1).

**Таблица 1. Почвенные наблюдения за время парования и вегетационный период полевых культур сидеральных севооборотов в зависимости от варианта опытного поля и фона питания, 2022-2024 гг.**

Вариант опытного поля	Температура в слое почвы 0...30 см, °C	Продуктивная влага в слое почвы 0...100 см, мм			Целлюлозоразрушающая активность в слое почвы 0...30 см, %
		в фазе всходов	в фазе полной спелости	расход с осадками	
А	22,2/22,4	114,2/112,2	28,8/27,3	85,4/84,9	14,7/12,2
Б	22,6/22,7	106,3/104,2	14,2/12,9	92,1/91,3	12,1/10,2
В	22,1/22,3	100,8/98,7	16,6/14,8	84,2/83,9	8,6/8,8
Г	22,7/22,9	111,1/108,3	33,3/31,3	77,8/77,0	15,1/16,3
Д	22,1/22,2	94,5/92,3	38,9/37,5	55,6/54,8	17,2/10,2
Ж	21,6/21,9	110,7/106,9	27,5/26,2	83,2/80,7	6,8/15,0
З	22,0/22,1	88,1/86,0	8,0/6,6	80,1/79,4	9,5/9,1
К	22,3/22,2	107,7/105,2	16,2/14,3	91,5/90,9	9,9/7,6
Л	21,8/22,0	120,6/118,0	22,8/20,6	97,8/97,4	11,5/10,7
М	22,6/22,4	86,1/83,5	13,6/12,0	72,5/71,5	17,7/14,7
Н	22,5/22,4	99,6/64,0	10,5/8,7	89,1/55,3	11,6/10,0
П	22,3/22,2	100,6/98,7	12,9/11,2	87,7/87,5	11,7/11,8
$HCP_{05}$	I	0,46	24,15	15,26	29,63
	II	0,19	9,86	6,23	12,10
					4,42
					1,80

Примечание. Здесь и далее: перед чертой – фон питания с удобрением, после черты – контрольный фон (без удобрения);  $HCP_{05}$  фактор I – предшественник сидеральных севооборотов,  $HCP_{05}$  фактор II – нитроаммофоска (удобрение)

#### 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

Повышение запасов продуктивной влаги в слое почвы 0...100 см по вариантам отмечалось в фазе всходов мягкой пшеницы по гороху (Л) на фоне с удобрением 120,6 мм и на контрольном фоне 118,0 мм. В фазе полной спелости мягкой пшеницы по гороху происходило снижение запасов на фонах питания 22,8 и 20,6 мм, что повышало расход влаги с осадками до 97,8 и 97,4 мм. Снижение запасов продуктивной влаги наблюдали в фазе всходов ячменя по кукурузе (М) на удобренном фоне 86,1 мм и по просу (Н) на фоне без удобрения – 64,0 мм. Наибольшее количество продуктивной влаги отмечалось в фазе полной спелости проса по мягкой пшенице (Д) на фонах питания 38,9 и 37,5 мм, что снижало расход влаги с осадками до 55,6 и 54,8 мм. В других вариантах опытного поля наблюдались запасы продуктивной влаги в фазе всходов на фоне питания с удобрением в пределах 88,1...114,2 мм и на контрольном фоне – 83,5...112,2 мм. В фазе полной спелости уровень содержания влаги на фонах питания составил 8,0...33,3 и 6,6...31,3 мм соответственно. Расход влаги с осадками находился

на удобренном фоне в пределах 72,5...92,1 мм и на фоне без удобрения – 55,3...91,3 мм соответственно.

Увеличение целлюлозоразрушающей активности в слое почвы 0...30 см по вариантам отмечалось под посевом ячменя (М), проса (Д) на фоне питания с удобрением 17,7; 17,2% - при температуре почвы 22,6; 22,1 °C и наименьшей влаги - в фазе всходов и полной спелости. Уменьшение активности почвенных микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, происходило под посевом гороха (Ж) на удобренном фоне 6,8% при наименьшей температуре почвы. Слабая активность микрофлоры почвы наблюдалась в остальных вариантах полевого эксперимента на фоне питания с удобрением в пределах 8,6...15,1% и на контролльном фоне – 7,6...16,3%.

Возрастание содержания нитратного азота в слое почвы 0...30 см по вариантам отмечалось в фазе всходов под посевом мягкой пшеницы по кукурузе (вариант 3) на удобренном фоне 46,6 мг и на фоне без удобрения – 40,8 мг/кг (табл. 2).

**Таблица 2. Плодородие почвы (0...30 см) и урожайность полевых культур в сидеральных севооборотах в зависимости от варианта опытного поля и фона питания, 2022-2024 гг.**

Вариант опытного поля	Питательные вещества почвы в фазе всходов (макроэлементы), мг/кг			Фракционный состав гумуса, %	рН водной вытяжки	Урожайность, т/га
	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
А	40,6/39,3	71,7/45,2	517,9/473,2	4,4/4,3	7,4/7,3	13,3/11,2
Б	36,9/27,1	66,7/40,8	548,5/475,1	4,4/4,0	7,4/7,2	0,8/0,9
В	43,2/28,9	62,8/41,1	499,2/456,7	3,6/3,6	7,2/7,2	1,1/1,2
Г	39,2/28,7	71,7/48,1	556,1/472,7	4,1/4,1	7,5/7,4	14,3/11,5
Д	37,5/20,1	83,0/52,7	564,8/483,2	4,4/4,2	7,6/7,5	1,5/1,3
Ж	38,7/33,9	81,3/45,4	610,4/493,8	4,5/4,4	7,7/7,6	0,7/0,6
З	46,6/40,8	78,2/42,1	581,1/436,3	4,5/3,6	6,9/6,8	1,0/1,0
К	42,6/33,1	79,4/38,6	593,5/424,4	4,6/3,6	6,7/6,8	1,0/0,9
Л	45,0/34,5	87,1/40,0	618,3/477,0	4,7/3,8	6,6/6,5	1,0/1,0
М	46,0/33,6	88,7/44,5	623,6/581,1	5,5/4,9	7,3/7,2	1,6/1,4
Н	37,3/29,4	88,0/43,3	642,5/554,0	5,5/5,0	7,4/7,3	1,6/1,5
П	42,5/40,4	93,6/48,4	677,5/569,9	5,6/5,2	7,5/7,4	1,5/1,4
НСР <sub>05</sub>	I	0,74	0,85	8,69	0,21	0,08
	II	0,30	0,35	3,55	0,08	0,03
						1,77
						0,72

*Примечание. НСР<sub>05</sub> питательных веществ выражена в мг на 100 г почвы*

Снижение содержания нитратного азота в почве наблюдалось под посевом твёрдой пшеницы по сидеральному пару (Б) на фоне питания с удобрением 36,9 мг и проса по мягкой пшенице (Д) на контролльном фоне 20,1 мг/кг. Уровень нитратного азота в почвенном горизонте по остальным вариантам составил 27,1...46,0 мг/кг. Наибольшее содержание подвижного фосфора в почве просматривалось в вариантах посева ячменя по мягкой пшенице (М, Н, П) на удобренном фоне 88,0...93,6 мг и проса (Д) на фоне без удобрения – 52,7 мг/кг. Наименьшее содержание подвижного фосфора в почве зафиксировано в вариантах посева мягкой пшеницы по твёрдой (В) на удобренном фоне 62,8 мг и по просу (К) на контролльном фоне 38,6 мг/кг. Диапазон содержания подвижного фосфора в почве по другим вариантам опытного поля варьировал 40,0...87,1 мг/кг. Максимальные запасы обменного калия в почве отмечались под посевами

ячменя на фонах питания 554,0...677,5 мг/кг. Минимальные запасы обменного калия в почвенном горизонте просматривались в вариантах мягкой пшеницы (В) на интенсивном (нитроаммофоска) фоне 499,2 мг и (К) на естественном (контроль) фоне 424,4 мг/кг. Уровень высокого содержания обменного калия в остальных вариантах опытного поля составил 436,3...618,3 мг/кг.

Наибольшее содержание гумуса в слое почвы 0...30 см наблюдали под посевами ячменя на фоне питания с удобрением 5,5...5,6% и на контролльном фоне 4,9...5,2%. Наименьшее процентное содержание органического вещества (гумус) в почве отмечалось под посевом мягкой пшеницы по твёрдой (В) на фонах питания 3,6%. Диапазон содержания гумуса в почве по другим вариантам опытного поля варьировал 3,6...4,7%.

Реакция почвенного раствора (рН водной вытяжки) по вариантам эксперимента имела слабокислую и слабощелочную среду ближе к нейтральной. Повышение щелочной среды наблюдалось под посевом гороха (Ж) на удобренном фоне 7,7 и на фоне без удобрений 7,6. Повышение кислой среды отмечали под посевом мягкой пшеницы (Л) на интенсивном фоне 6,6 и на естественном – 6,5. Уровень реакции почвенного раствора по другим вариантам опыта составил 6,8...7,6.

В варианте сидерального пара (А) на фоне питания с удобрением просматривалась наибольшая урожайность зелёной массы гороховосянной смеси 13,3 т в сравнении с контрольным фоном – 11,2 т/га. В варианте с кукурузой на силос (Г) на интенсивном фоне повысилась урожайность до 14,3 т, на естественном фоне снизилась – до 11,5 т/га. Самой урожайной культурой из зерновых оказался ячмень по всем вариантам посева на удобренном фоне 1,5...1,6 т и неудобренном – 1,4...1,5 т/га. Почти одинаковая урожайность зерна наблюдалась по вариантам посева мягкой пшеницы по кукурузе, просу и гороху (З, К, Л) на фонах питания 0,9...1,0 т, как и по предшественнику твёрдая пшеница (В) – 1,1...1,2 т/га. Урожайность проса (Д) составила среднее значения на фоне питания с удобрением 1,5 т и на контролльном фоне 1,3 т/га. Снижение урожайности зерна на фонах питания отмечалась в посевах гороха и твёрдой пшеницы, что в вариантах (Ж) составило 0,6...0,7 и (Б) – 0,8...0,9 т/га.

Наибольший выход зелёной массы составил с зернопаропропашного севооборота «пар сидеральный...твёрдая пшеница...мягкая пшеница...кукуруза на силос...мягкая пшеница...ячмень» на фоне с нитроаммофоской 13,8 т и на фоне без удобрения – 11,3 т/га и зерна – 1,1 и 1,0 т/га, соответственно. Максимальный выход зерна составил с зернопарового севооборота «пар сидеральный...твёрдая пшеница...мягкая пшеница...просо...мягкая пшеница...ячмень» на интенсивном фоне 1,2 т и на контролльном фоне – 1,1 т/га и зелёной массы – 13,3 и 11,2 т/га, соответственно. Минимальный выход зерна составил с зернопарового севооборота «пар сидеральный...твёрдая пшеница...мягкая пшеница...горох...мягкая пшеница...ячмень» на удобренном фоне 1,0 т и на неудобренном – 1,0 т/га.

Процент положительного влияния продуктивной влаги в фазе спелости на продуктивность сидеральных севооборотов на фоне питания с удобрением составил 64,92 с коэффициентами:  $b=0,59$ ,  $r=0,80$ ,  $r^2=0,64$  и критерием значимости  $p=0,04$ . Оптимальная температура почвы оказывала значительное положительное воздействие на продуктивность сидеральных севооборотов на фоне без удобрения, и доля влияния составила 39,77% при коэффициенте корреляции 0,63 и уровне значимости регрессии 0,02.

Количество подвижного фосфора в почве за вегетационный период на фоне питания без удобрения

зависела от положительного влияния содержания продуктивной влаги в фазе спелости и доля составила 39,17% при  $r=0,62$  и  $p=0,03$ . Расход содержания продуктивной влаги отрицательно воздействовал на запасы подвижного фосфора в почве на неудобренном фоне, что процентное влияние составило 34,46 при  $r=0,58$  и  $p=0,04$ .

Запасы подвижного фосфора и обменного калия значительно оказывали влияние на гумус почвы на фоне питания с удобрением, и доля составила 75,79 и 78,46% при  $r=0,87$  и  $0,88$ ,  $p=0,0002$  и  $0,0001$ . Наибольшее воздействие на гумус почвы на фоне питания без удобрения оказывало повышенное содержание обменного калия и процентное влияние составило 89,48 при  $r=0,94$  и  $p=0,000003$ .

Содержание нитратного азота отрицательно влияло на кислотность почвы на удобренном фоне питания, и доля составила 44,22% при  $r=0,66$  и  $p=0,02$ . Содержание подвижного фосфора наоборот положительно воздействовало на кислотность почвы на неудобренном фоне питания, и доля влияния составила 53,84 при коэффициенте корреляции 0,73 и критерии значимости 0,006.

#### Обсуждение

Изучение влияния почвенно-климатических условий, минеральных удобрений и предшественников на продуктивность сидеральных севооборотов и плодородие почвы являлось своевременным и актуальным. Новизна в научной работе заключалась в установлении в засушливом вегетационном периоде положительного значительного влияния продуктивной влаги в фазе спелости, температуры почвы (39,77...64,92% при  $r=0,63...0,80^*$ ) на продуктивность сидеральных севооборотов и подвижного фосфора, обменного калия (53,84...89,48% при  $r=0,73...0,94^*$ ) на почвенное плодородие в отличие от других исследований. Впервые выявлена положительная зависимость содержания подвижного фосфора в почве под посевами культур за вегетационный период на фоне питания без удобрения от воздействия запасов продуктивной влаги в фазе спелости по сравнению с другими научными работами.

В неблагоприятных метеоусловиях достигнута наибольшая продуктивность сидеральных севооборотов с кукурузой и просом при применении минерального удобрения (нитроаммофоска), и выход зелёной массы и зерна составил 13,8 и 1,2 т/га в отличие от других засушливых районах Оренбургской области – 8,5 и 0,8 т/га. В засушливые 2022-2023 гг. применение гербицида (Аметил) снижало засорённость посевов и урожайность на 0,2...0,3 т/га. Во влажном 2024 г. не обрабатывали посевы сидеральных севооборотов пестицидами, что усугубило фитосанитарную обстановку культур. Развитие болезней и сорной растительности негативно сказалось на росте и развитии полевых культур, приводящих к снижению урожайности на 0,2...1,2 т/га.

В результате ухудшения метеорологических условий, водной, питательной, плодородной среды

#### **4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)**

почвы происходило понижение урожайности полевых культур в сидеральных севооборотах. Несмотря на данные условия, применение минерального удобрения повышала урожай зелёной массы и зерна почти во всех вариантах опыта на 2,1...2,8 и 0,1...0,2 т/га, кроме посева твёрдой и мягкой пшеницы в последствии сидерального пара. Внесение нитроаммофоски под посев твёрдой и мягкой пшеницы после сидерального пара (зелёное удобрение) на интенсивном фоне питания было неэффективным, так как происходил дисбаланс между минеральными и органическими питательными веществами в почве при засушливых условиях вегетационного периода, что снижало урожайность на 0,1 т/га. В общем совместное влияние рассматриваемых факторов не приводило к повышению урожайности полевых культур и плодородию почвы в сидеральных севооборотах.

В связи с этим для достижения цели повышения и сохранения урожайности и плодородия почвы в условиях засухи впервые выявлены инструменты решения проблемы в сравнении с другими исследованиями в России и за рубежом. Такими инструментами являлись агротехнологии возделывания полевых культур в сидеральных севооборотах с наилучшими предшественниками кукуруза на силос и просо при применении минерального удобрения (нитроаммофоска), что повышало и сохраняло урожайность и плодородие почвы в засушливых условиях Оренбургского Предуралья.

#### **Заключение**

1. В результате метеонаблюдений за время парования и вегетационный период выявлено, что температура воздуха ( $19,8^{\circ}\text{C}$ ) превышала среднемноголетние данные ( $19,1^{\circ}\text{C}$ ) на  $0,7^{\circ}\text{C}$ , и гидротермический коэффициент был равен 0,8, что характеризовало засушливые условия, которые снижали урожайность полевых культур сидеральных севооборотов и плодородие почвы.

2. В работе установлена зависимость урожайности сидеральных культур (13,3 и 11,2 т/га) и кукурузы на силос (14,3 и 11,5 т/га) на фонах питания от влияния засушливых метеорологических условий и температуры почвы. Температура воздуха и почвы ( $19,8$  и  $22,7\ldots22,9^{\circ}\text{C}$ ) существенно влияли на снижение урожайности гороховосяной смеси и кукурузы на силос. Количество выпавших осадков (180,7...182,3 мм) положительно влияли на урожайность кормовых культур на фоне питания с нитроаммофоской. Таким образом, в данных условиях наибольшая урожайность кормовых культур сформировалась при применении минерального удобрения.

3. Несмотря на наименьшие запасы продуктивной влаги в почве (8,7...100,6 мм) формировалась наибольшая урожайность ячменя (1,4...1,6 т/га) во всех вариантах опытного поля. Наилучшим предшественником ячменя трактовался посев мягкой пшеницы по просу в последствии сидерального пара. По ячменю была получена наибольшая урожайность в связи с засухоустойчивостью сортов и зависела от

влияния целлюлозоразрушающей активности, температуры, питательных веществ, гумуса и слабошелочной среды почвы.

4. Наименьшая урожайность гороха (0,7 и 0,6 т/га) и твёрдой пшеницы (0,8 и 0,9 т/га) на фонах питания была связана со слабоустойчивыми сортами к засухе и с влиянием сниженной температуры почвы, низких запасов продуктивной влаги в фазе спелости, слабой разрушающей активности почвенных микроорганизмов, высокого количества макроэлементов питания, среднего содержания гумуса и более щелочной среды почвы.

5. Снижение урожайности полевых культур в сидеральных севооборотах происходило в результате неблагоприятных водных, питательных и плодородных условий почвы и действия гербицида. В отдельный 2024 г. не применяли пестициды на посевах, что усугубило фитосанитарную обстановку растений экспериментального участка, приводящую к снижению урожайности зерновых культур (0,3...1,2 т/га) во всех вариантах опыта.

6. В исследовании выявлена положительная зависимость продуктивности шестипольных севооборотов (пар сидеральный...ячмень) от значительного влияния (64,92%,  $r=0,80^*$ ) продуктивной влаги в фазе спелости на фоне питания с нитроаммофоской и от воздействия (39,77%,  $r=0,63^*$ ) температуры почвы за вегетационный период на контрольном фоне без удобрения.

7. В эксперименте установлена положительная зависимость плодородия почвы (подвижного фосфора, гумуса и кислотности) от существенного влияния (39,17%,  $r=0,62^*$ ) запасов продуктивной влаги в фазе спелости и (53,84...89,48%,  $r=0,73\ldots0,94^*$ ) макроэлементов питания ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) в фазе всходов полевых культур.

8. В почвенно-климатических условиях Оренбургского Предуралья для улучшения кормового и зернового производства в сельском хозяйстве рекомендуется внедрение звеньев сидеральных севооборотов с внесением нитроаммофоски в дозе  $\text{N}_{40}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$  кг/га действующего вещества: кукуруза на силос...мягкая пшеница...ячмень и просо...мягкая пшеница...ячмень.

#### **Литература**

- Митрофанов Ю. И., Первушина Н. К. Динамика гумуса в полевых севооборотах на осушаемых землях // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. № 25 (1). С. 62-74. doi: 10.30766/2072-9081.2024.25.1.62-74
- Дедов А. В., Несмеянова М. А. Изучение влияния севооборотов на содержание органического вещества почвы и урожайность культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13. № 1 (64). С. 50-60. doi: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.50
- Митрофанов Д. В., Кафтан Ю. В. Влияние сорных растений и аммофоса на выход зерна гороха

в степной зоне Южного Урала // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (57). С. 35-45. doi: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-35-45

4. Золкина Е. И. Изменение продуктивности севооборота и устойчивости агроценозов при длительном применении удобрений // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. № 24 (5). С. 810-819. doi: 10.30766/2072-9081.2023.24.5.810-819 5

5. Постников П. А., Попова В. В. Влияние удобрений на урожайность культур и вынос питательных элементов в зернопаросидеральном севообороте // Агрохимия. 2021. №4. С. 42-48. doi: 10.31857/S000218812104013X

6. Эффективность длительного применения различных систем удобрений в севообороте / Р. В. Тимошинов, Е. Ж. Кушаева, Л. Е. Марчук и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2023. № 4. С. 38-43. doi: 10.36718/1819-4036-2023-4-38-43

7. Дзюин А. Г. Продуктивность севооборота в зависимости от систем применения удобрений в длительном опыте // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 66-75. doi: 10.26897/0021-342X-2023-2-66-75

8. Митрофанов Д. В. Зависимость урожайности зерна мягкой пшеницы от неустойчивого увлажнения почвы // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 28-33. doi: 10.28983/asj.y2023i1pp28-33

9. Скороходов В. Ю. Продуктивность пшеницы на фоне биологической активности почвы в севооборотах и монопосеве в условиях Южного Урала // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2022. № 11 (188). С. 62-69. doi: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69

10. Урожайность зерновых культур в богарных условиях степной зоны Южного Урала / В. Ю. Скороходов, Ю. В. Кафтан, Н. А. Максютов и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 1. С. 161-175. doi: 10.33284/2658-3135-107-1-161

11. Скороходов В. Ю. Урожайность яровой твёрдой пшеницы на фоне целлюлозолитической активности почвы // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 75-80. doi: 10.28983/asj.y2023i12pp75-80

12. Митрофанов Д. В. Влияние влажности, целлюлозолитической активности почвы и макроэлементов питания на урожайность твёрдой пшеницы в степной зоне Оренбургской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 1 (72). С. 90-100. doi: 10.53914/issn2071-2243-2022-1-90

13. Замятин С. А., Максимова Р. Б. Влияние культур севооборотов на биологическую активность почвы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4 (76). С. 39-44. doi: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-39-44

14. Постников П. А., Попова В. В., Тиханская Е. Л. Влияние биологических факторов на накопление элементов питания и на урожайность зерновых //

Агрохимический вестник. 2020. № 2. С. 32-36. doi: 10.24411/1029-2551-2020-10019

15. Скороходов В. Ю. Влияние температурного стресса на урожайность ячменя в Оренбургье // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. № 10. С. 11-21. doi: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-11-21

16. Дериглазова Г. М. Оценка стабильности урожайности ярового ячменя в условиях ЦЧР // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15. № 3. С. 87-92. doi: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-87-92

17. Иванова О. М. Применение различных видов минеральных удобрений на ячмене в условиях Тамбовской области // Зернобобовые и крупыевые культуры. 2019. № 4 (32). С. 132-136. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11144

18. Багринцева В. Н., Иващенко И. Н. Влияние погодных условий в Ставропольском крае на эффективность доз азотного удобрения на кукурузе // Агрохимия. 2020. № 2. С. 77-83. doi: 10.31857/S0002188120020039

19. Дёмин Е. А., Ерёмина Д. В. Влияние минеральных удобрений и сроков посева на урожайность зелёной массы кукурузы в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 10 (163). С. 27-33. doi: 10.36718/1819-4036-2020-10-27-33

20. Азизов З. М., Архипов В. В., Имашев И. Г. Урожайность проса, яровой мягкой пшеницы и яровой твердой пшеницы в условиях засушливого Поволжья // Аграрный Вестник Юго-Востока. 2020. № 1 (24). С. 11-13.

#### **References**

1. Mitrofanov Yu. I., Pervushina N. K. Humus dynamics in field crop rotations on drained lands // Agrarian science of the Euro-North-East. 2024. No. 25 (1). P. 62-74. doi: 10.30766/2072-9081.2024.25.1.62-74
2. Dedov A. V., Nesmeyanova M. A. Study of the influence of crop rotations on the content of soil organic matter and crop yields // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2020. Vol. 13. No. 1 (64). P. 50-60. doi: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.50
3. Mitrofanov D. V., Kaftan Yu. V. The influence of weeds and ammophos on pea grain yield in the steppe zone of the Southern Urals // Vestnik of Novosibirsk State Agrarian University. 2020. No. 4 (57). P. 35-45. doi: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-35-45
4. Zolkina E. I. Changes in crop rotation productivity and stability of agrocenoses with long-term use of fertilizers // Agrarian science of the Euro-North-East. 2023. No. 24 (5). P. 810-819. doi: 10.30766/2072-9081.2023.24.5.810-819 5
5. Postnikov P. A., Popova V. V. Effect of fertilizers on crop yields and nutrient removal in grain-fallow-green manure crop rotation // Agrochemistry. 2021. No. 4. P. 42-48. doi: 10.31857/S000218812104013X
6. Efficiency of long-term use of various fertilizer systems in crop rotation / R. V. Timoshinov, E. Zh. Kushaeva, L. E. Marchuk, et al. // Vestnik of Krasnoyarsk State

#### **4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)**

---

Agrarian University. 2023. No. 4. P. 38-43. doi: 10.36718/1819-4036-2023-4-38-43

7. Dzyuin A. G. Crop rotation productivity depending on fertilizer application systems in a long-term experiment // Vestnik of the Timiryazev Agricultural Academy. 2023. No. 2. P. 66-75. doi: 10.26897/0021-342X-2023-2-66-75

8. Mitrofanov D. V. Dependence of soft wheat grain yield on unstable soil moisture // Agrarian scientific journal. 2023. No. 1. P. 28-33. doi: 10.28983/asj.y2023i1pp28-33

9. Skorokhodov V. Yu. Wheat productivity against the background of soil biological activity in crop rotations and monocropping in the conditions of the Southern Urals // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2022. No. 11 (188). P. 62-69. doi: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69

10. Yield of grain crops in rainfed conditions of the steppe zone of the Southern Urals / V. Yu. Skorokhodov, Yu. V. Kaftan, N. A. Maksyutov et al. // Animal husbandry and forage production. 2024. Vol. 107. No. 1. P. 161-175. doi: 10.33284/2658-3135-107-1-161

11. Skorokhodov V. Yu. Yield of spring hard wheat against the background of cellulolytic activity of the soil // Agrarian scientific journal. 2023. No. 12. P. 75-80. doi: 10.28983/asj.y2023i12pp75-80

12. Mitrofanov D. V. Influence of moisture, cellulolytic activity of the soil and macronutrients on the yield of hard wheat in the steppe zone of the Orenburg region // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2022. Vol. 15. No. 1 (72). P. 90-100. doi: 10.53914/issn2071-2243-2022-1-90

13. Zamyatin S. A., Maksimova R. B. Influence of crop rotation crops on the biological activity of the soil //

Grain Economy of Russia. 2021. No. 4 (76). P. 39-44. doi: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-39-44

14. Postnikov P. A., Popova V. V., Tikhanskaya E. L. Influence of biological factors on accumulation of nutrients and grain yield // Agrochemical Vestnik. 2020. No. 2. P. 32-36. doi: 10.24411/1029-2551-2020-10019

15. Skorokhodov V.Yu. The impact of temperature stress on barley yield in the Orenburg Region // Agrarian Vestnik of the Urals. 2023. Vol. 23. No. 10. P. 11-21. doi: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-11-21

16. Deriglazova G.M. Assessment of Spring Barley Yield Stability in the Central Black Soil Region // Grain Economy of Russia. 2023. Vol. 15. No. 3. P. 87-92. doi: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-87-92

17. Ivanova O. M. Application of various types of mineral fertilizers on barley in the Tambov region // Grain legumes and cereal crops. 2019. No. 4 (32). P. 132-136. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11144

18. Bagrintseva V. N., Ivashnenko I. N. Influence of weather conditions in the Stavropol Territory on the effectiveness of nitrogen fertilizer doses on corn // Agrochemistry. 2020. No. 2. P. 77-83. doi: 10.31857/S0002188120020039

19. Demin E. A., Eremina D. V. Effect of mineral fertilizers and sowing time on the yield of green mass of corn in the forest-steppe zone of the Trans-Urals // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2020. No. 10 (163). P. 27-33. doi: 10.36718/1819-4036-2020-10-27-33

20. Azizov Z. M., Arkhipov V. V., Imashev I. G. Yield of millet, spring soft wheat and spring hard wheat in the arid Volga region // Agrarian Vestnik of the South-East. 2020. No. 1 (24). P. 11-13.