

Уважаемые коллеги!

Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет предлагает всем желающим: преподавателям, научным работникам, аспирантам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Аграрный вестник Верхневолжья».

Журнал распространяется по РФ, издается на русском языке. Периодичность выхода: 1 раз в квартал.

Все материалы, направляемые в журнал, проходят обязательное внутреннее рецензирование. Отрицательный отзыв означает отказ в публикации материала.

«Аграрный вестник Верхневолжья» включен в перечень ВАК по ветеринарии и зоотехнии, сельскохозяйственным и техническим наукам и в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Электронные версии журнала размещаются на сайтах Верхневолжского ГАУ (<http://www.ivgsha.ru>), Российской универсальной научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>) и электронно-библиотечной системы «Лань» (<http://www.e.lanbook.com>).

Обращаем ваше внимание, что статья должна обязательно включать следующие последовательно расположенные элементы:

- индекс (УДК) — слева, обычный шрифт;
- инициалы автора(ов) и фамилия(и) – справа курсивом (на русском и английском языках);
- заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные (на русском и английском языках);
- аннотация (200 слов) и ключевые слова (5-10 понятий) на русском и английском языках;
- текст статьи, имеющий внутренние разделы (напр.: введение, цель и задачи, методы, выводы и др.);
- список литературы на русском языке;
- список литературы латинским шрифтом (транслитерация). Транслитерацию можно выполнить автоматически на сервисе: http://english-letter.ru/Sistema_transliterazii.html;
- Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой
- Сноски на литературу оформляются библиографическим списком в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 (номер в квадратных скобках например: [5, с. 23]). Список цитируемой литературы приводится в соответствии требованиями ГОСТ 7.1-2003. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье.

С более подробными требованиями можно ознакомиться на сайте журнала: <http://avv-ivgsha.ucoz.ru>

Таблицы принимаются строго в книжной ориентации формата А4.

Статьи можно выслать по адресу:

153012, Ивановская область, г. Иваново,
ул. Советская, 45.

Любую информацию можно получить по телефону:
8(4932) 32-81-44.

E-mail: vestnik@ivgsha.ru или vestnik-igsha@mail.ru
(с пометкой для редакции журнала).

Точка зрения авторов публикаций может не совпадать с мнением редакционной коллегии. Автор несет ответственность за содержание статьи. Согласие автора на публикацию материала на указанных условиях и на его размещение в электронных версиях предполагается.

Подписной индекс журнала в интернет-каталоге «Пресса России» 91820

Цена свободная.



Верхневолжский
государственный
агробиотехнологический
университет



Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский агробиотехнологический университет»

Редакционная коллегия:

Е. Е. Малиновская, и. о. главного редактора, кандидат ветеринарных наук (Иваново);
Н. А. Балакирев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
А. М. Баусов, доктор технических наук, профессор (Иваново);
В. С. Буяров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Орел);
А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Самара);
М. С. Волхонов, доктор технических наук, профессор (Кострома);
А. А. Гвоздев, доктор технических наук, профессор (Иваново);
О. В. Гонова, доктор экономических наук, профессор (Иваново);
А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
А. Ш. Иргашев, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);
В. А. Исайчев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН (Ульяновск);
Л. В. Клетикова, доктор биологических наук, профессор (Иваново);
В. В. Комиссаров, ответственный редактор, доктор исторических наук, профессор (Иваново);
Е. Н. Крючкова, доктор ветеринарных наук, профессор (Иваново);
Н. В. Муханов, кандидат технических наук, доцент (Иваново);
Д. К. Некрасов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Иваново);
Р. З. Нургазиев, академик РАН, академик Национальной академии наук Кыргызской республики, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);
В. В. Окорков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Суздаль, Владимирская область);
В. А. Пономарев, доктор биологических наук, профессор (Иваново);
В. В. Пронин, доктор биологических наук, профессор (Владимир);
С. А. Родимцев, доктор технических наук, доцент (Орел);
В. А. Смелик, доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург);
Н. П. Сударев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Тверь);
А. Л. Тарасов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Иваново);
В. Е. Ториков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Брянск);
С. П. Фисенко, кандидат биологических наук, доцент (Иваново).

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Реестровая запись ПИ № ФС77-81461 от 16 июля 2021 г.

Журнал издается с 2012 г.

Журнал «Аграрный вестник Верхневолжья» включен ВАК РФ в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

В редакции Перечня ВАК от 21.10.2022 года

4. Сельскохозяйственные науки

4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

4.2. Зоотехния и ветеринария

- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки);
4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки);
4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки)

4.3. Агроинженерия и пищевые технологии

- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

Editorial Staff:

E. E. Malinovskaya, Acting Editor-in-chief, Cand. of Sc, Veterinary (Ivanovo);
N. A. Balakirev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);
A. M. Bausov, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Ivanovo);
V. S. Buyarov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Oryol);
A. V. Vasin, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Samara);
M. S. Volkhonov, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Kostroma);
A. A. Gvozdev, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Ivanovo);
O. V. Gonova, Professor, Doctor of Sc., Economics (Ivanovo);
A. A. Zavalin, Academician of Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);
A. Sh. Irgashev, Professor, Doctor of Sc., Veterinary (Bishkek, Kyrgyzstan);
V.A. Isaitchev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (Ulyanovsk);
L. V. Kletikova, Professor, Doctor of Sc., Biology (Ivanovo);
V. V. Komissarov, Professor, Doctor of Sc., History, Executive Secretary (Ivanovo);
E. N. Kryuchkova, Professor, Doctor of Sc., Veterinary (Ivanovo);
N. V. Mukhanov, Assoc. Prof., Cand. of Sc., Engineering (Ivanovo);
D. K. Nekrasov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Ivanovo);
R. Z. Nurgaziev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Professor, Doctor of Sc., Veterinary (Bishkek, Kyrgyzstan);
V. V. Okorkov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Suzdal, Vladimirskaya oblast);
V.A. Ponomarev, Professor, Doctor of Sc., Biology (Ivanovo);
V.V. Pronin, Professor, Doctor of Sc., Biology (Vladimir);
S.A. Rodimtsev, Assoc. prof., Doctor of Sc., Engineering (Oryol);
V.A. Smelik, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Saint-Petersburg);
N. P. Sudarev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Tver);
A. L. Tarasov, Assoc. Prof., Cand. Of Sc., Agriculture (Ivanovo);
V. E. Torikov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Bryansk);
S. P. Fisenko, Assoc. prof., Cand of Sc., Biology (Ivanovo).
Corrector: N.F. Skokan.
Translator: A.A. Emelyanov.
Format 60x84 1/8

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media.

Register entry ПИ № ФС77-81461 on 16.07.2021.

The journal has been published since 2012.

“Agrarian journal of the Upper Volga Region” is peer-reviewed and recommended by the Supreme Attestation Commission of the Russian Federation to publish main results of Doctors and Candidates of Sciences dissertations in the following disciplines and their respective fields of science:

Issued on 21.10.2022

4. Agricultural sciences

4.1. Agronomy, forestry and water management

4.1.1. General agriculture and crop production;

4.1.3. Agrochemistry, agro-soil science, plant protection and quarantine;

4.2. Animal science and veterinary medicine

4.2.1. Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology;

4.2.4. Special animal husbandry, feeding, technologies of feed preparation and production of livestock products

4.2.5. Breeding, selection, genetics and biotechnology of animals;

4.3. Agroengineering and food technologies

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for agro-industrial complex (technical sciences)



АГРОНОМИЯ

<i>Артемов А.А., Кузнецов Д.А.</i> УРОЖАЙНОСТЬ И СЕМЕННЫЕ КАЧЕСТВА ОВСА НА ФОНЕ РАЗНЫХ НОРМ ВЫСЕВА И АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК.	5
<i>Медведева Л. Н., Куприянова С. В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ЮГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.	15
<i>Ториков В.Е., Зверева Л.А., Байдакова Е.В., Мельникова Е.А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В РАЙОНАХ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ.	22
<i>Эседуллаев С.Т.</i> СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ И СПОСОБА ЕГО ВНЕСЕНИЯ.	31

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Баранова Н.С., Хоштария Г.Е.</i> ВЛИЯНИЕ АКТИВАТОРА РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ.	42
<i>Буяров В.С., Ляшук А.Р.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА.	50
<i>Шаркаева Г.А., Сударев Н.П., Воронина Е.А., Чаргеишвили С. В.</i> ПОЛОЖЕНИЕ РОССИИ НА МИРОВОМ РЫНКЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ МОЛОКА.	62
<i>Клетикова Л.В.</i> ЭРГОТРОПИКИ: КЛАССИФИКАЦИЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ.	70
<i>Кулинцев В.В., Лепшокова Р.Р., Шевхужев А.Ф., Дорохин Н.А.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ, ДОРАЩИВАНИЯ И ОТКОРМА БЫЧКОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ В ПРЕДГОРНЫХ УСЛОВИЯХ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ.	82
<i>Марынич А.П., Семенов В.В., Абилов Б.Т., Джафаров Н.М., Ершов А.М., Лобанов А.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИКОРМОВ, ОБОГАЩЕННЫХ КОРМОВЫМИ ДОБАВКАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯГНЯТ.	89
<i>Рахубовская М.Ю., Кичеева Т.Г., Пелех К.А., Каменчук В.Н., Пануев М.С.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АЛИМЕНТАРНОЙ АНЕМИИ У ПОРОСЯТ.	99
<i>Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А.</i> КАЧЕСТВО МЯСА БЫЧКОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ И ПОМЕСЕЙ С КРОВНОСТЬЮ ($\frac{1}{2}$ СИММЕНТАЛЬСКАЯ + $\frac{1}{2}$ АБЕРДИН-АНГУССКАЯ), ($\frac{1}{2}$ СИММЕНТАЛЬСКАЯ + $\frac{1}{2}$ КАЛМЫЦКАЯ).	103
<i>Яковлева О.О., Ткачева Е.С.</i> ВЛИЯНИЕ ПОДБОРА РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР НА РАЗВИТИЕ МОЛОДНЯКА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ.	115

ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

<i>Еремочкин С.Ю., Жуков А.А., Дорохов Д.В.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ РЕДУКТОРОМ В СРЕДЕ SIMINTECH.	124
<i>Лобачев А.А., Трофимов М.А., Смирнов С.В., Соколов В.Н.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОШИБОК КОПИРОВАНИЯ СДВОЕННОГО ВАЛКА ПОДБИРАЮЩИМ АППАРАТОМ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА.	129
<i>Николаев В.А.</i> ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА ОБРАЗУЮЩЕЙ РЕШЕТ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ К ГОРИЗОНТАЛИ.	137

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

<i>Башмакова Е.В., Гусева М.А.</i> СРЕДНЕВЕКОВЫЕ УНИВЕРСИТЕТЫ ЕВРОПЫ: ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНИ.	142
<i>Колосовский А.М., Рожков А.С., Чемисов М.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ И ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.	148
<i>Михальченков А.М., Гапонова В.Е., Слезко Е.И., Гапонова А.А.</i> О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВУЗОВ.	156
<i>Abstracts.</i>	167
<i>Список авторов.</i>	177



AGRONOMY

<i>Artemjev A.A., Kuznetsov D.A.</i> YIELD AND SEED QUALITIES OF OATS ON THE BACKGROUND OF DIFFERENT SEEDING RATES AND NITROGEN FEEDINGS.	5
<i>Medvedeva L. N., Kupriyanova S. V.</i> IMPROVING THE EFFICIENCY OF POTATO CULTIVATION IN THE ARID ZONE OF THE SOUTH OF THE RUSSIAN FEDERATION.	15
<i>Torikov V.E., Zvereva L.A., Baidakova E.V., Melnikova E.A.</i> OPTIMIZATION OF THE IRRIGATION REGIME OF AGRICULTURAL CROPS IN AREAS OF UNSTABLE MOISTURE.	22
<i>Esedullaev S. T.</i> PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOIL AND PRODUCTIVITY OF FODDER CROP ROTATION DEPENDING ON THE DOSES OF ORGANIC FERTILIZER AND THE METHOD OF ITS APPLICATION.	31

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY

<i>Baranova N.S., Khoshtariya G.Y.</i> THE EFFECT OF THE ACTIVATOR OF CICATRICAL DIGESTION ON THE DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS.	42
<i>Buyarov V.S., Liashuk A. R.</i> TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF MILK PRODUCTION	50
<i>Sharkaeva G.A., Sudarev N.P., Voronina E.A., Chargeishvili S. V.</i> RUSSIA'S POSITION ON THE WORLD MARKET OF MILK PRODUCTION AND CONSUMPTION.	62
<i>Kletikova L.V.</i> ERGOTROPICS: CLASSIFICATION, BIOLOGICAL FUNCTION IN THE ANIMAL BODY	70
<i>Kulintsev V.V., Lepshokova R.R., Shevkhuzhev A.F., Dorokhin N.A.</i> ECONOMIC EFFICIENCY OF GROWING, REARING AND FATTENING SIMMENTAL BULLS IN THE FOOTHILLS OF THE KARACHAY-CHEKES REPUBLIC.	82
<i>Marynich A.P., Semenov V.V., Abilov B.T., Jafarov N.M., Ershov A.M., Lobanov A.V.</i> EFFICIENCY OF USE OF COMPOUND FEED ENRICHED WITH NEW GENERATION FEED ADDITIVES IN GROWING LAMBS.	89
<i>Rakhubovskaya M.Yu., Kicheeva T.G., Pelekh K.A., Kamenchuk V.N., Panuev M.S.</i> EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF IRON-CONTAINING DRUGS FOR THE PREVENTION OF ALIMENTARY ANEMIA IN PIGLETS.	99
<i>Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A.</i> QUALITY OF MEAT OF GOBS OF THE SIMMENTAL BREED AND BLENDS WITH BLOODY ($\frac{1}{2}$ SIMMENTAL + $\frac{1}{2}$ ABERDENE-ANGUS), ($\frac{1}{2}$ SIMMENTAL + $\frac{1}{2}$ KALMYK).	103
<i>Yakovleva O.O., Tkacheva E. S.</i> THE INFLUENCE OF THE SELECTION OF PARENTAL PAIRS ON THE DEVELOPMENT OF YOUNG BLACK-AND-WHITE BREED.	115

ENGINEERING AGROINDUSTRIAL SCIENCE

<i>Eremochkin S.Y., Zhukov A.A., Dorokhov D.V.</i> DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A SIMULATION MODEL OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH A SEMICONDUCTOR GEARBOX IN THE SIMINTECH ENVIRONMENT.	124
<i>Lobachev A.A., Trofimov M.A., Smirnov S.V., Sokolov V.N.</i> DETERMINATION OF ERRORS OF COPYING A DOUBLE SWATH BY A PICK-UP UNIT OF A BALER.	129
<i>Nikolaev V.A.</i> FINAL DETERMINATION OF THE OPTIMAL ANGLE OF INCLINATION OF THE FORMING SIEVE OF THE SEMI-AUTOMATIC GRAIN CLEANING MACHINE TO THE HORIZONTAL	137

SOCIO-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

<i>Bashmakova E.V., Guseva M.A.</i> MEDIEVAL UNIVERSITIES IN EUROPE: INDIVIDUAL ASPECTS OF LIFE.	142
<i>Kolosovskii A.M., Rozhkov A.S., Chemisov M.V.</i> THE EFFICIENCY AND AGRICULTURAL PRODUCTION PRODUCTIVITY THROUGH THE USE OF TELEMATICS AND TELEMETRY CONTROL SYSTEMS IMPROVING.	148
<i>Mikhalchenkov A.M., Gaponova V.E., Slezko E.I., Gaponova A.A.</i> ON SOME FEATURES OF NUTRITION OF STUDENTS OF AGRICULTURAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.	156
<i>Abstracts.</i>	167
<i>List of authors.</i>	177

АГРОНОМИЯ

DOI: 10.35523/2307-5872-2023-44-3-5-14

УДК 633.11:631.531.28:631.816.12

**УРОЖАЙНОСТЬ И СЕМЕННЫЕ КАЧЕСТВА ОВСА НА ФОНЕ
РАЗНЫХ НОРМ ВЫСЕВА И АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК ***

Артемьев А.А., Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»;

Кузнецов Д.А., Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

В статье приведены результаты 3-х летних исследований по совершенствованию в условиях лесостепи Евро-Северо-Востока России на черноземе выщелоченном технологии возделывания двух сортов овса (Горизонт, Кречет) с целью повышения урожая зерна и его семенных качеств. Изучалось две нормы высева (4,5 и 5,0 млн. всхожих семян/га) семян и три варианта с удобрениями (без удобрений, N_{60} , N_{60+30}). Установлено, что снижение нормы высева овса от оптимальной не приводило к росту урожайности, повышению качества зерна и его семенных свойств. Применение удобрений, напротив, увеличивало данные показатели. По сбору зерна разница между нормами высева составила 0,72-0,75 т/га. Применение азота в сравнении с контролем повышало урожай зерна по сорту Кречет на 0,65-0,85 т/га, а по сорту Горизонт – на 0,68-0,94 т/га. В целом по опыту наибольшая урожайность зерна (4,04 т/га) была у сорта Кречет при высева с нормой 5,0 млн. всх. семян и внесении удобрений в дозе N_{60+30} . По сорту Горизонт наибольшая урожайность (3,7 т/га) была также отмечена в аналогичном варианте. По озерненности метелки сорт Кречет имел преимущество перед сортом Горизонт. Снижение нормы высева с 5 млн. до 4,5 млн. снижало по обоим сортам на 2,1-2,9 шт. озерненность, а применение удобрений, наоборот, повышало число зерен в метелке. Наибольшая выравненность зерна (92,6 %) наблюдалась у сорта Горизонт. По сорту Кречет данный показатель в среднем был на 2 % ниже.

Ключевые слова: овес, норма высева, азотные подкормки, урожайность, качество

Для цитирования: Артемьев А.А., Кузнецов Д.А. Урожайность и семенные качества овса на фоне разных норм высева и азотных подкормок // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 3 (44). С. 5-14.

Введение. В действующей в настоящее время в России Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы особое внимание уделено развитию отечественной селекции и семеноводства [1]. Научно-исследовательские учреждения страны за последнее десятилетие провели значительный объем фундаментальных исследований в области семеноводства, позволяющие более эффективно использовать биологические возможности растений в получении высоких урожаев зерна, обладающего высокими сортовыми, посевными и урожайными качествами [2, 3, 4].

* Работа выполнена в соответствии с тематическим планом НИР Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени В.Н. Рудницкого по теме FNWE-2022-0007 (рег. № 1021060407724-6).

Большинство современных сортов зерновых культур имеет высокий потенциал урожайности и качества продукции [5]. Однако его реализация возможна только через разработку и совершенствование индивидуальной сортовой технологии возделывания, в которой особое место отводится норме высева и рациональному использованию удобрений. Доказано, что за счёт правильного выбора нормы высева можно снизить негативное воздействие погоды на качество зерна [6, 7, 8]. Регулируя густоту, норма высева влияет на взаимоотношения растений в посеве, их питание и, как следствие, их продуктивность [9]. При слишком загущенном посеве ослабляется кущение, уменьшается прочность стебля, а в итоге – урожайность. В сильно изреженном посеве, наоборот, кущение усиливается, продуктивность отдельного растения несколько возрастает, но недостаточная плотность растений на единице площади ведет не только к снижению урожая, но к ухудшению посевных качеств [10, 11]. В связи с этим необходимо по мере создания сортов и включения их в Государственный реестр селекционных достижений экспериментальным путем устанавливать оптимальные нормы высева и корректировать их у уже рекомендованных к возделыванию сортов.

Другой немало важный фактор регулирования продуктивности растений – применение удобрений. Для большинства зерновых культур в условиях лесостепи Поволжья эффективная доза азота не всегда превышает 60 кг д.в./га [12, 13, 14]. Не исключением является и овес, для которого влияние удобрений во многом определяется почвенно-климатическими условиями региона, а в некоторых случаях кратностью их применения [15, 16, 17]. В представленных ниже результатах исследований показано действие как разового, так и двукратного внесения азотного удобрения на урожайные и семенные качества овса.

Цель исследований заключалась в совершенствовании приемов возделывания сортов ярового овса, позволяющих повысить урожайность, улучшить качество и выход семян.

Материал и методы исследования. Экспериментальная работа выполнялась в Мордовском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого в 2017-2019 гг. Исследования проводились на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом. Почва имела следующие агрохимические показатели: $pH_{\text{сол}}$ – 5,5, содержание гумуса 6,2 %, общего азота – 0,36 %, подвижных форм фосфора и калия – 181 и 250 мг/кг почвы соответственно.

Решение поставленной цели осуществлялось через проведение трехфакторного полевого опыта, сопровождающегося наблюдениями, учетами и анализами. Схема опыта включала:

1. *Сорта пленчатого овса* (фактор А):
 - 1.1 Горизонт; 1.2 Кречет.
2. *Норма высева* (фактор В):
 - 2.1 4,5 млн. всх. семян на 1 га; 2.2 5,0 млн. всх. семян на 1 га.
3. *Минеральные удобрения* (фактор С):
 - 3.1 Без удобрений (контроль); 3.2 N_{60} (под предпосевную культивацию); 3.3 N_{60} (под предпосевную культивацию) + N_{30} (в кущение).

Повторность в опыте трехкратная, размещение вариантов систематическое. Размер делянок I порядка составил 240 м² (10,0 × 24,0 м), II порядка – 120 м² (10,0 × 12,0 м), III порядка – 20 м² (2,0 × 10,0 м). Предшественник – яровая пшеница. Высев сортов проводили в оптимальные сроки. Уход за посевами включал борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. Уборку осуществляли поделочно при стандартной влажности зерна в первой декаде августа. Исследования проводились по методикам Б.А. Доспехова [18] и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [19, 20].

Результаты исследований. Анализ погодных условий в годы проведения исследований выявил значительные колебания условий увлажнения и температурного режима. Так, в 2017 г. ГТК составил 1,25, что было характерно для нормальных условий увлажнения. Для условий 2018 г. была характерна сильная засуха, ГТК равнялся 0,53, а в 2019 г. при ГТК 0,8 наблюдалась слабая сте-

пень засухи.

В последние годы в связи с разработкой и внедрением в производство ресурсосберегающих технологий приобретение семян стало одной из основных статей расходов при возделывании полевых культур. Оптимальной нормой высева для овса в условиях лесостепи Евро-Северо-Востока России является 5,0 млн. всхожих семян на 1 га. В то же время в литературе имеются сведения о том, что нормой высева семян можно регулировать выход кондиционных семян и их качество [18]. Поэтому в своих исследованиях нами предпринята попытка на фоне применения азотных удобрений уменьшить норму высева овса с 5 млн. до 4,5 млн. всхожих семян на 1 га и изучить влияние данных факторов на семенные свойства сортов овса. В таблице 1 представлены данные о действии этих факторов на формирование густоты стояния растений овса (таблица 1).

Таблица 1 – Густота растений сортов овса в зависимости от нормы высева и дозы азотных удобрений (среднее за 2017-2019 гг.)

Сорт (А)	Доза удобрений (С)	Лаборатор- ная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %	Выживае- мость, %	Густота растений, шт. /м ²	
					всходы	перед убор- кой
Норма высева 4,5 млн. всх. шт./га (В)						
Горизонт	Контроль	99,0	78,0	92,3	351	324
	N ₆₀	99,0	75,8	92,9	341	317
	N ₆₊₃₀	99,0	76,9	92,4	346	320
Кречет	Контроль	99,0	74,4	93,1	335	312
	N ₆₀	99,0	74,7	94,6	336	318
	N ₆₀₊₃₀	99,0	75,6	94,7	340	322
Норма высева 5,0 млн. всх. шт./га						
Горизонт	Контроль	99,0	74,2	89,4	371	332
	N ₆₀	99,0	74,4	91,1	372	339
	N ₆₀₊₃₀	99,0	74,4	90,8	372	338
Кречет	Контроль	99,0	73,2	89,0	366	326
	N ₆₀	99,0	73,4	89,6	367	329
	N ₆₀₊₃₀	99,0	73,2	89,3	366	327

Анализ полевой всхожести ярового овса показал, что снижение нормы высева с 5 млн. до 4,5 млн. всхожих семян/га по обоим сортам положительно сказалось на данном показателе (+1,4-2,8 %). Применение минеральных удобрений не влияло на полевую всхожесть семян сортов овса. По сортам лучшие значения достигались у сорта Горизонт (+ 1-2 %).

К уборке количество растений на единице площади уменьшилось, причем значительно при норме 5 млн. всх. семян на 1 га. Наибольшая выживаемость растений наблюдалась по сорту Кречет при норме 4,5 млн. всхожих семян/га. При этой же норме показатели у сорта Горизонт были на 1,0-2,5 % ниже. При норме 5 млн. всхожих семян на 1 га разница по выживаемости растений между сортами овса не выявлена, а значение показателей было на 2-5 % ниже в сравнении с нормой 4,5 млн. Применение удобрений не оказывало достоверного влияния на сохранение растений к уборке урожая.

Погодные условия вегетационных периодов также оказали существенное влияние на формирование густоты растений сортов овса. Так, в более влажные годы полевая всхожесть семян была на 2,0-3,0 % выше. Аналогичная закономерность наблюдалась по выживаемости растений. Во все годы исследований при норме высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га преимущество по всхожести и

сохранению растений к уборке имел сорт Кречет, а по норме 5 млн. всхожих семян различий не наблюдалось.

Установлено, что изучаемые факторы оказали различное влияние на урожайность сортов овса (таблица 2). Возделывание сорта Кречет оказалось продуктивнее, чем сорта Горизонт. Разница в прибавке урожая в среднем по данному фактору составила 0,3 т/га.

Таблица 2 – Урожайность и структурные показатели растений сортов овса в зависимости от нормы высева и внесения минеральных удобрений (среднее за 2017-2019 гг.)

Изучаемые факторы			Урожай- ность, т/га	Число про- дукт. стеб- лей шт./м ² к уборке	Кэффи- циент про- дуктивной кустисто- сти	Высота растений, см	Длина метелки, см	Число зерен в метелке, шт.
сорт (А)	норма высева (В)	удоб- рение (С)						
Гори- зонт	4,5 млн.	кон- троль	2,12	464	1,43	84,9	13,7	43,5
	всх. шт./ га	N ₆₀	2,70	471	1,48	90,5	15,5	48,2
		N ₆₀₊₃₀	3,17	504	1,57	91,4	15,3	50,3
	5,0 млн.	кон- троль	2,87	454	1,45	85,9	13,9	46,5
	всх. шт./ га	N ₆₀	3,65	459	1,44	88,6	15,9	50,3
		N ₆₀₊₃₀	3,70	477	1,48	93,1	16,4	51,4
Кречет	4,5 млн.	кон- троль	2,45	468	1,42	69,5	13,6	45,3
	всх. шт./ га	N ₆₀	3,13	479	1,42	74,5	14,9	50,6
		N ₆₀₊₃₀	3,32	507	1,50	78,0	15,1	52,4
	5,0 млн.	кон- троль	3,21	459	1,41	71,3	13,8	49,8
	всх. шт./ га	N ₆₀	3,83	462	1,41	75,0	15,7	53,2
		N ₆₀₊₃₀	4,04	482	1,47	79,5	16,1	53,8
НСР ₀₅ ч. р.			0,34	17		5,6	0,9	5,4
НСР ₀₅ (А)			0,20	7		2,3	0,4	2,3
НСР ₀₅ (В)			0,18	9		2,0	0,2	2,1
НСР ₀₅ (С)			0,21	11		3,0	0,5	3,1

Уменьшение нормы высева с 5,0 млн. до 4,5 млн. не сказалось положительно на сборе зерна у изучаемых сортов. Разница между нормами по сорту Кречет составила в среднем 0,72 т/га, а по сорту Горизонт 0,75 т/га.

Наибольшее влияние на урожайность сортов овса оказали минеральные удобрения. Так, в сравнении с контролем внесение под предпосевную культивацию азота в дозе N₆₀ повышало урожайность по сорту Кречет на 0,65 т/га, а по сорту Горизонт на 0,68 т/га. Дробное применение азота N₉₀₊₃₀ увеличивало прибавку урожая относительно контроля на 0,85 т/га по сорту Кречет и на 0,94 т/га по сорту Горизонт. В то же время разница между вариантами с N₆₀ и N₆₀₊₃₀ по сорту Кречет

составила всего лишь 0,2 т/га, а по сорту Горизонт – 0,26 т/га. В среднем по опыту отдача от внесения удобрений по сорту Горизонт оказалось значительнее (+ 0,68-0,94 т/га), чем по сорту Кречет (+ 0,65-0,85 т/га).

В целом по опыту наибольшая урожайность зерна (4,04 т/га) была получена у сорта Кречет при высева с нормой 5,0 млн. всхожих семян на 1 га и дробном внесении удобрений в дозе N_{60+30} . По сорту Горизонт наибольшая урожайность также была отмечена в аналогичном варианте и составила 3,7 т/га.

Погодные условия также оказали влияние на урожайность ярового овса. Так, в более влажный 2017 год разница по урожайности между нормами высева по обоим сортам была статистически не доказуема. В то же время в такой год эффект от внесения удобрений был значительнее. В засушливый год четко проявлялась существенная разница между нормами высева, где преимущество имел посев с нормой 5,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Анализ структуры растений показал, что наилучшие показатели по числу продуктивных стеблей перед уборкой урожая по обоим сортам складывались при норме высева 4,5 млн. всх. семян на 1 га (таблица 2). В этих вариантах был наибольший коэффициент продуктивной кустистости: по сорту Горизонт – 1,43-1,57, по сорту Кречет – 1,42-1,50. При норме 5,0 млн. продуктивных стеблей было на 10-27 шт./м² меньше по сорту Горизонт и на 7-25 шт./м² по сорту Кречет. В то же время снижение нормы высева приводило к уменьшению длины метелки. Оказалось, чем больше кустистость, тем короче метелка. По сортам преимущество наблюдалось по сорту Кречет, хотя это не всегда было статистически доказуемо.

Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на продуктивной кустистости растений, особенно при максимальном внесении азота. Дробное применение удобрений повышало данный показатель в сравнении с контролем и вариантом N_{60} на 3-9 %.

Растения сорта Горизонт в сравнении с сортом Кречет имели большую высоту в среднем на 14,5 см. Норма высева практически не влияла на данный показатель. Применение удобрений способствовало относительно контроля увеличению роста овса по обоим сортам на 5-9 см. Между собой варианты с удобрениями по высоте растений практически не различались. Подобная закономерность прослеживалась и по длине метелки. В то же время по данному показателю преимущество по какому-либо сорту не было выявлено.

Изучение озерненности метелки показало, что сорт Кречет имел лучшие показатели перед сортом Горизонт. Изменение нормы высева с 5 млн. до 4,5 млн. всхожих семян на 1 га, хотя и увеличивало коэффициент продуктивной кустистости, но при этом снижало на 2,1-2,9 шт. озерненность метелки. Применение удобрений способствовало по обоим сортам и нормам высева повышению числа зерен в метелке. Лучшие показатели отмечались у сорта Кречет (+ 2,55 шт.). В целом по опыту наибольшая озерненность метелки наблюдалась у сорта Кречет при высева его с нормой 5 млн. всхожих семян на 1 га и применение удобрений в дозе N_{60+30} .

Погодные условия также оказали влияние на структуру растений. Лучшие показатели по сортам овса наблюдались в более увлажненные годы, где преимущество имел сорт Кречет.

В таблице 3 представлены данные о влиянии нормы высева и доз азота на изменение качества зерна овса.

Таблица 3 – Качество зерна овса в зависимости от нормы высева и дозы азотных удобрений (среднее за 2017-2019 гг.)

Изучаемые факторы			Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %
сорт (А)	норма высева (В)	удобрение (С)			
Горизонт	4,5 млн. всх. шт./ га	контроль	520	38,6	26,1
		N ₆₀	524	39,2	25,3
		N ₉₀	523	39,5	25,4
	5,0 млн. всх. шт./ га	контроль	525	38,5	25,6
		N ₆₀	528	39,4	24,0
		N ₉₀	530	39,7	24,1
Кречет	4,5 млн. всх. шт./ га	контроль	523	38,7	26,3
		N ₆₀	526	39,5	25,2
		N ₉₀	525	39,9	24,2
	5,0 млн. всх. шт./ га	контроль	525	38,9	25,7
		N ₆₀	530	39,6	25,2
		N ₉₀	530	39,8	24,0
НСР ₀₅ ч. р.			10	1,4	1,0
НСР ₀₅ (А)			4	0,4	0,3
НСР ₀₅ (В)			3	0,6	0,5
НСР ₀₅ (С)			5	0,8	0,5

Установлено, что снижение нормы высева с 5 млн. до 4,5 млн. способствовало увеличению натурной массы зерна сортов овса на 3-7 г/л. Между собой сорта по данному показателю не различались. Применение азотных удобрений повышало натуру зерна по обоим сортам только при норме 5,0 млн. всхожих семян на 1 га. При норме 4,5 млн. достоверной разницы между вариантами с удобрениями и контролем не выявлено.

По массе 1000 зерен из всех изучаемых факторов только применение удобрений оказало достоверное влияние на данный показатель. В среднем по опыту прибавка составила 2-3 %. По пленчатости зерна также не выявлено существенных изменений между сортами овса при разных нормах высева. Азотная подкормка снижала данный показатель на 0,8-1,6 по сорту Горизонт и на 0,7-1,5 % по сорту Кречет.

Важным семенным показателем зерна зерновых культур является выравненность, т.е. однородность по его крупности. В нашем опыте фракционный состав зерна и его выравненность зависели от изучаемых факторов (таблица 4). По данным показателям некоторое преимущество имел сорт Горизонт. Снижение нормы высева с 5 млн. до 4,5 млн. понижала однородность зерновой массы по всем сортам и дозам удобрений. При норме высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га наблюдался наибольший разброс зерна по фракциям.

**Таблица 4 – Фракционный состав зерна сортов овса и его выравненность, %
(среднее за 2017-2019 гг.)**

Вариант опыта		Размер решет по толщине, мм						Вырав- ненность*, %
доза удобре- ний (В)	норма высева, (С)	<1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	>2,8	
Сорт (А) Горизонт								
контроль	4,5	4,2	5,6	9,6	66,4	12,2	2,0	78,6
	5,0	3,4	4,2	8,0	70,4	14,0	2,0	82,4
N ₆₀	4,5	2,4	3,3	5,6	70,6	16,0	2,1	86,6
	5,0	-	2,7	3,7	73,8	16,8	3,0	90,6
N ₆₀₊₃₀	4,5	0,2	3,3	4,8	72,8	16,1	2,8	88,9
	5,0	-	2,0	2,0	74,6	18,0	3,4	92,6
Кречет								
контроль	4,5	5,4	5,6	9,6	66,0	14,2	1,2	78,2
	5,0	4,1	4,8	8,2	68,3	15,0	1,6	81,8
N ₆₀	4,5	3,6	2,8	5,2	70,6	15,6	2,2	86,2
	5,0	1,0	3,0	3,4	73,0	16,8	2,8	89,8
N ₆₀₊₃₀	4,5	1,0	3,2	4,6	72,2	16,6	2,4	88,8
	5,0	-	3,4	2,8	73,6	17,2	3,0	90,8

* – сумма с решет 2,4 и 2,6 мм

Самым действенным фактором в повышении выравненности зерна сортов овса явился фактор удобрений. Так, по сорту Горизонт данный показатель в среднем увеличивался на 8,1 % при N₆₀ и на 10,3 % при N₆₀₊₃₀. По сорту Кречет данный показатель возрастал соответственно на 8,0 и 9,8 %. Погодные условия вегетационных периодов существенно не влияли на изменение выравненности зерна сортов ярового овса.

В целом по опыту наибольшая выравненность зерна (92,6 %) наблюдалась у сорта Горизонт при высева 5,0 млн. всхожих семян на 1 га и внесении удобрений в дозе N₉₀. Наименьшая однородность зерна (78,6 %) у данного сорта была отмечена при норме 4,5 млн. всхожих семян на 1 га без внесения минеральных удобрений. По сорту Кречет наибольшая и наименьшая выравненности (90,8 и 78,2 % соответственно) также наблюдались в аналогичных вариантах.

Выводы. В повышении продуктивности сортов овса в условиях лесостепных районов Северо-Востока РФ определяющими факторами являются норма высева и минеральные удобрения. Оптимальная норма высева для получения наибольшего количества зерна для сортов овса Горизонт и Кречет составила 5,0 млн. всх. семян на 1 га. На фоне внесения под предпосевную культивацию минерального азота в дозе 60 кг д.в./га и применения в фазе кущения азотной подкормки из расчета 30 кг д.в./га данная норма высева позволила достигнуть 4,04 т/га зерна по сорту Кречет и 3,7 т/га по сорту Горизонт. Снижение нормы высева овса от оптимальной не приводило к росту урожайности, повышению качества зерна и его семенных свойств. Применение минеральных удобрений, напротив, способствовало увеличению продуктивных показателей овса по обоим сортам. По озерненности метелки сорт Кречет имел преимущество перед сортом Горизонт. Изменение нормы высева с 5 млн. до 4,5 млн. всхожих семян на 1 га снижало по обоим сортам на 2,1-2,9 шт. озерненность метелки, а применение удобрений, наоборот, повышало число зерен в регенеративном органе. Наибольшая выравненность зерна (92,6 %) наблюдалась у сорта Горизонт. По сорту Кречет данный показатель в среднем был на 2 % меньше.

Список используемой литературы

1. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/9b3/9b38c7efdccc28f1083e065527468275.pdf> (дата обращения 9.02.2023).
2. Сысуев В. А., Баталова Г. А., Стариков В. А. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в Приволжском федеральном округе // Аграрная наука Северо-Востока. 2010. № 3 (18). С. 4–8.
3. Берёзкин А. Н., Малько А. М., Смирнова Л. А. Факторы и условия развития семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА, 2006.
4. Ананьев М. А., Гурьянов А. М., Артемьев А. А. Формирование системы управления элитным семеноводством на этапе становления устойчивой национальной системы продовольственного обеспечения // Вестник НИИ гуманитарных наук при Правительстве Республики Мордовия. 2018. № 2. (46). С. 185–194.
5. Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ в 2022 году. URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (дата обращения 9.02.2023).
6. Баталова Г. А. Формирование урожая и качества зерна овса // Достижения науки и техники АПК. № 11. 2010. С. 10–13.
7. Воронов С. И., Политыко П. М., Капранов В. Н., Гармаш Н. Ю., Киселев Е. Ф., Матюта С. В., Кабашов А. Д., Тоноян С. В., Парыгина М. Н., Гармаш Г. А., Посметный Р. С. Продуктивность и качество зерна сортов овса селекции Московского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Немчиновка» при разных технологиях возделывания // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 5. С. 7–10.
8. Фомина М. Н., Брагин Н. А., Белоусов С. А. Влияние агротехнических приемов на формирование качества зерна у сортов овса в условиях Северного Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 11. С. 31–36.
9. Магарамов Б. Г. Влияние сроков посева, нормы высева и условий выращивания на фотосинтетическую деятельность овса // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 4 (40). С. 86–89.
10. Захаров К. В., Колесникова В. Г., Фатыхов И. Ш. Предпосевная обработка семян и нормы высева овса Яков // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3 (48). С. 3–10.
11. Васин В. Г., Савачаев А. В., Бурунов А. Н. Влияние нормы высева и минеральных удобрений на урожайность различных сортов овса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 24–30.
12. Артемьев А. А., Кузнецов Д. А. Урожайность и семенные качества яровой пшеницы при разных нормах высева и дозах азотных подкормок // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. 3 (387). С. 287–291.
13. Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Хвостов Е. Н. Возделывание ярового ячменя при разных приемах обработки почвы и фонах минерального питания // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (63). С. 25–27.
14. Иванов Д. И., Иванова Н. Н., Прокина Л. Н. Урожайность и посевные качества яровой пшеницы в зависимости от сорта и внескорневой обработки марганцем, медью и молибденом // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3. С. 22–29.
15. Абашев В. Д., Носкова Е. Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна овса // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1 (21). С. 42–47.
16. Мерзлая Г. Е., Федулова А. Д., Гаврилова А. Ю. Влияние длительного применения систем удобрения разной интенсивности на урожайность и качество зерна овса // Агрохимия. 2022. № 8. С. 3–9.

17. Ерёмин Д. И., Моисеева М. Н. Сортовая отзывчивость овса на минеральные удобрения в условиях Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 45–48.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
19. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1985. Вып. 1.
20. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. 1989. Вып. 2.
21. Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013.

References

1. Federalnaya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya selskogo khozyaystva na 2017–2025 gody. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/9b3/9b38c7efdccc28f1083e065527468275.pdf> (data obrashcheniya 9.02.2023).
2. Sysuev V. A., Batalova G. A., Starikov V. A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya seme-novodstva zernovykh kultur v Privolzhskom federalnom okruge // Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka. 2010. № 3 (18). S. 4–8.
3. Berezkin A. N., Malko A. M., Smirnova L. A. Faktory i usloviya razvitiya semenovodstva selskokhozyaystvennykh kultur v Rossiyskoy Federatsii. M.: FGOU VPO RGAU-MSKhA, 2006.
4. Anan'ev M. A., Guryanov A. M., Artemev A. A. Formirovaniye sistemy upravleniya elitnym semenovodstvom na etape stanovleniya ustoychivoy natsionalnoy sistemy prodo-volstvennogo obespecheniya // Vestnik NII gumanitarnykh nauk pri Pravitelstve Respubliki Mordoviya. 2018. № 2. (46). S. 185–194.
5. Reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispolzovaniyu na territorii RF v 2022 godu. URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (data obrashcheniya 9.02.2023).
6. Batalova G. A. Formirovaniye urozhaya i kachestva zerna ovsa // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. № 11. 2010. S. 10–13.
7. Voronov S. I., Polityko P. M., Kapranov V. N., Garmash N. Yu., Kiselev Ye. F., Matyuta S. V., Kabashov A. D., Tonoyan S. V., Parygina M. N., Garmash G. A., Posmetnyy R. S. Produktivnost i kachestvo zerna sortov ovsa selektsii Moskovskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta selskogo khozyaystva «Nemchinovka» pri raznykh tekhnologiyakh vozdeleyvaniya // Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. 2017. № 5. S. 7–10.
8. Fomina M. N., Bragin N. A., Belousov S. A. Vliyaniye agrotekhnicheskikh priemov na formirovaniye kachestva zerna u sortov ovsa v usloviyakh Severnogo Zauralya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T. 35. № 11. S. 31–36.
9. Magaramov B. G. Vliyaniye srokov poseva, normy vyseva i usloviy vyrashchivaniya na fotosinteticheskuyu deyatelnost ovsa // Problemy razvitiya APK regiona. 2019. № 4 (40). S. 86–89.
10. Zakharov K. V., Kolesnikova V. G., Fatykhov I. Sh. Predposevnaya obrabotka semyan i normy vyseva ovsa Yakov // Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy aka-demii. 2016. № 3 (48). S. 3–10.
11. Vasin V. G., Savachaev A. V., Burunov A. N. Vliyaniye normy vyseva i mineralnykh udobreniy na urozhaynost razlichnykh sortov ovsa // Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2021. № 4. S. 24–30.
12. Artemev A. A., Kuznetsov D. A. Urozhaynost i semennye kachestva yarovoy pshenitsy pri raznykh normakh vyseva i dozakh azotnykh podkormok // Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal. 2022. 3 (387). S. 287–291.
13. Artemev A. A., Guryanov A. M., Khvostov Ye. N. Vozdeleyvaniye yarovogo yachmenya pri raznykh priemakh obrabotki pochvy i fonakh mineralnogo pitaniya // Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal. 2020. № 5 (63). S. 25–27.
14. Ivanov D. I., Ivanova N. N., Prokina L. N. Urozhaynost i posevnye kachestva yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot sorta i vnekornevoy obrabotki margantsem, medyu i molibdenom // Agrarnyy vestnik



Verkhnevolzhya. 2021. № 3. S. 22–29

15. Abashev V. D., Noskova Ye. N. Vliyanie mineralnykh udobreniy na urozhaynost zerna ovsa // Permskiy agrarnyy vestnik. 2018. № 1 (21). S. 42–47.

16. Merzlaya G. Ye., Fedulova A. D., Gavrilova A. Yu. Vliyanie dlitelnogo primeneniya sistem udobreniya raznoy intensivnosti na urozhaynost i kachestvo zerna ovsa // Agrokimiya. 2022. № 8. S. 3–9.

17. Yeremin D. I., Moiseeva M. N. Sortovaya otzyvchivost ovsa na mineralnye udobreniya v usloviyakh Severnogo Zauralya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (88). S. 45–48.

18. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

19. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. 1985. Vyp. 1.

20. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. 1989. Vyp. 2.

21. Batalova G. A. Oves v Volgo-Vyatskom regione. Kirov: ООО «Orma», 2013.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ЮГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Медведева Л.Н., Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия;
Куприянова С.В., Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

На сегодняшний день использование большинства технологических карт стало неактуальным из-за устаревших нормативов, расценок, стандартов, появления новой техники, оборудования и технологий, поэтому в настоящее время типовые технологические карты целесообразно обновлять, разрабатывая с учетом современного законодательства и внедрения цифровых технологий. **Объект.** Объектом исследований являлись типовые технологические карты выращивания картофеля в разрезе их использования в аридной зоне юга Российской Федерации. **Цель.** Целью исследований являлось установление и внесение в типовые технологические карты особенностей выращивания картофеля в аридной зоне юга Российской Федерации, позволяющих учитывать и распределять материальные, трудовые, энергетические и финансовые потоки. **Материалы и методы.** В ходе исследования применялись методы анализа, обобщения, сопоставления и сравнения. Источниками информации послужили материалы Министерства сельского хозяйства РФ, научные отчеты и публикации ученых ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ «ВНИИОЗ» в области применения сортов картофеля, удобрений, гербицидов и норм полива. **Результаты и выводы.** В результате исследований, проведенных на опытных полях Бирючукской овощной селекционной опытной станции – филиале ФГБНУ «ФНЦО» в Ростовской области и на полях ФГБНУ «ВНИИОЗ», в поселке Водный, Волгоградской области, установлено, что при внесении удобрений значительно снижается коэффициент водопотребления картофеля, повышается количество крахмала в клубнях сорта «Жуковский ранний» до 13,0–15,8 %, сухого вещества до 20,0–22,4 %, а максимальную урожайность можно получить при соблюдении режима орошения с поддержанием 80 % наименьшей влагоемкости в слое почвы 0,4 м в течение вегетационного периода. Формирование технологических карт должно осуществляться с учетом местных условий и достижений Российской науки. Типовые технологические карты целесообразно обновлять, разрабатывая с учетом современного законодательства и внедрения цифровых технологий, заключающихся в том числе в применении электронных таблиц, позволяющих проводить дополнительные расчеты.

Ключевые слова: технологические карты, полевые культуры, планирование, агротехнология, орошение, картофель, себестоимость.

Цитирование. Медведева Л.Н., Куприянова С.В. Повышение эффективности возделывания картофеля в аридной зоне юга Российской Федерации // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 3 (44). С. 15–21.

Введение. Разработка и применение технологических карт в сельском хозяйстве играют важную роль, позволяя оптимизировать материальные, трудовые, энергетические и финансовые ресурсы [1]. При их разработке учитывается техника и технология посадки культур, дозировка и виды вносимых удобрений, способы уборки продукции, виды используемой универсальной техники, основные приемы агротехнологий, разработанные наукой и проверенные практикой, а для орошаемых массивов в них добавляется техника и технология полива. В картах в хронологической последовательности перечисляются все виды работ, рекомендуемые технологией, потребности в технике, трудовых ресурсах, воде для полива, минеральных удобрениях, ядохимикатах и в денежных средствах. Технологические карты содержат исходный материал для калькуляции плановой

себестоимости продукции, а также в них вносятся информация, отражающая местные почвенно-климатические условия, мелиоративно-техническое состояние пахотных земель, организационно-хозяйственные возможности сельхозтоваропроизводителя [2, 3]. Критерием отбора лучших приемов выращивания полевых культур на орошении и включения их в технологические карты является соотношение полученной урожайности к величине понесенных затрат. Вместе с тем использование большинства технологических карт стало неактуальными из-за устаревших нормативов, стандартов, появления новой техники, оборудования и технологий, поэтому в настоящее время типовые технологические карты целесообразно обновлять, разрабатывая с учетом современного законодательства и внедрения цифровых технологий, заключающихся в том числе в применении электронных таблиц, позволяющих проводить дополнительные расчеты, так как, например, для одной культуры, выращиваемой на разных типах полей и почв, необходимо иметь различные вариации типовых технологических карт. Также важной задачей является разработка не только текущих технологических карт, то есть карт составляемых на известную площадь, занимаемую данной полевой культурой в планируемом году и подразумевающих применение апробированных технологий, но и перспективных, рассчитанных на использование передовых технологий с использованием новой техники на удельной посевной площади.

При разработке технологических карт необходимо учитывать компоненты, представленные на рисунке 1.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА			
	Агротехническая часть		Экономическая часть
Технологический компонент	- перечень видов работ в порядке их проведения - агротехнические требования к выполняемым работам - единицы измерения и объем работ в физическом выражении - сроки выполнения работ	Вводный компонент	- возделываемая культура, сорт площадь посева (посадки) - норма высева (посадки) в физических единицах - урожайность и валовой сбор основной продукции - дозы вносимых удобрений и гербицидов - предшественник, тип почвы
Технический компонент	- состав машинно-тракторных агрегатов - количество рабочих для их обслуживания	Расчетный компонент	- расчет затрат труда - расчет материально-технических средств - расчет затрат совокупной энергии технологии возделывания

Рисунок 1 – Компоненты технологических карт по возделыванию полевых культур

Применение технологических карт существенно улучшает организацию управленческого труда. Агротехнические сроки выполнения работ принимаются к среднегодовым климатическим условиям зон, для которых технологические карты составляются, а продолжительность исполнения указывается в рабочих декадах. Большое внимание при составлении технологических карт уделяется подбору машин и оборудования с целью их высокопроизводительного использования. Затраты труда и тарифный фонд оплаты труда обслуживающего персонала указываются для того, чтобы впоследствии за высокое качество работ начислять доплаты (за классность, непрерывный стаж работы). Общая сумма заработной платы определяется суммированием тарифного фонда со всеми видами доплат и начислений. Отчисления на амортизацию рассчитываются по общепринятой методике, исходя из балансовой стоимости основных фондов и установленных годовых норм отчислений. Технологические карты позволяют учитывать основные затраты, связанные с производст-

вом, уборкой и доставкой урожая до места хранения и послеуборочной его доработкой [2–4], при их составлении различают прямые основные затраты: на заработную плату со всеми видами начислений, горючее и смазочные материалы, на семена, удобрения, ядохимикаты, электроэнергию, на услуги автотранспорта, живой тягловой силы и распределяемые затраты, включающие амортизацию основных средств, затраты на ремонт, техническое обслуживание, а также прочие затраты на мелкий инвентарь, тару и др. В заключительной графе технологической карты подсчитываются все расходы на выполнение каждой технологической операции как в отдельности, так и в целом. Технологические карты позволяют учитывать в натуральном и стоимостном выражении расход материальных ценностей, затрачиваемых на выращивание, уборку и хранение продукции. Насколько будут оправданы затраты на возделывание культуры, можно просчитать по формуле, в которой определяется прибыль (убыток) от реализации выращенной продукции (Π):

$$\Pi = B_{\text{реал}} - Z_{\text{произв}} = C_{\text{ед. прод}} \cdot K_{\text{прод}} - Z_{\text{произв}}, \quad (1)$$

где Π – прибыль (убыток) от реализации продукции,

$B_{\text{реал}}$ – выручка от реализации продукции,

$Z_{\text{произв}}$ – затраты на производство продукции,

$C_{\text{ед. прод}}$ – цена единицы продукции,

$K_{\text{прод}}$ – количество выращенной продукции.

Материалы и методы. Методологическую основу исследования составили разработки российских ученых, в том числе ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ «ВНИИОЗ». В ходе исследования применялись методы анализа, обобщения, сопоставления и сравнения. Источниками информации послужили материалы Министерства сельского хозяйства РФ, научные отчеты и публикации ученых ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ «ВНИИОЗ».

Результаты и обсуждение. Картофель – высоко востребованный продукт питания, приносящий прибыль благодаря своей урожайности, вместе с тем выращивание картофеля на юге Российской Федерации в летние месяцы усложняется жесткими климатическими условиями: высокой температурой воздуха, частыми ветрами и скудными неравномерными осадками, в то же время южный климат позволяет обеспечивать население картофелем за счет выращивания и сбора двух его урожаев. Российские ученые, в том числе в ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ «ВНИИОЗ» в течение многих лет занимаются разработкой и усовершенствованием технологии возделывания картофеля на орошаемых землях [5–9]. По результатам научных исследований были определены рациональные сочетания режимов орошения, доз удобрений и гербицидов, сортового состава для получения стабильных урожаев картофеля в пределах 30–50 т/га. Рассмотрим особенности выращивания картофеля сорта «Жуковский ранний» на юге России, апробированные на опытных полях Бирючукской овощной селекционной опытной станции – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» и на полях ФГБНУ «ВНИИОЗ», в поселке Водный, Волгоградской области, рекомендуемые к внесению в типовую технологическую карту, заключающиеся в установлении поливного режима, числе и величине поливных норм вегетационных поливов исходя из суммарного водопотребления для почвенно-климатических условий юга России [2, 6, 7, 9, 10], в необходимых операциях в осенний период, когда производится зяблевая вспашка на глубину 0,25 – 0,30 м [2, 11, 12], включения в весенний период: боронования поперек борозды бороной БЗТС-1 на глубину 0,05 м, внесения удобрений перед посадкой, обработки поля доминатором Румпстад, формирования гребней культиватором КР-3, посадке клубней картофеля картофелесажалкой VL20KLZ с одновременной обработкой инсектофунгицидом Престиж, междурядными обработками пропашной фрезой RF-4, обработкой гербицидом Зенкор (0,50 кг/га), инсектицидом Танрек (200 г/га) дважды за вегетацию при появлении личинок колорадского жука и фунгицидом Сектин (1,25 кг/га) [2, 6, 11, 12]. Лучшими предшественниками для картофеля, по мнению ученых

ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ «ВНИИОЗ», являются бобовые, яровые культуры, капуста, корнеплоды, вместе с тем выращивать картофель после многолетних трав, подсолнечника и пасленовых не рекомендуется [2, 7, 8, 10]. При подготовке почвы необходимо создать грунтовую среду, максимально насыщенную кислородом, обеспечивающим здоровое развитие растений и формирование клубней. Оптимальный грунт для картофеля – рыхлый, плодородный, с содержанием гумуса не менее 2 %. Довольно эффективным методом подготовки посадочного материала является проращивание, когда клубни до того, как высадить в землю за 30 дней выкладывают на свет с обеспечением температуры 10-12 °С, влажности воздуха – 80 %, что позволяет накопиться в клубнях достаточному количеству хлорофилла [2, 5]. Так как картофель отличается высокими показателями выноса питательных веществ из почвы, то перед осенней обработкой грунта необходимо вносить органические удобрения из расчета 35 т/га. Почву требуется обогатить сидератами и минеральными удобрениями, дозировка которых может зависеть от насыщенности грунта питательными элементами для достижения показателей не ниже N₉₀P₉₀K₉₀ [2, 8], высадку необходимо производить на глубину 60-80 мм от поверхности. Оптимальной густотой для ранних сортов считается 65-70 тыс./га, а для сортов средней спелости – 55-60 тыс./га [13, 14]. После достижения всходами высоты 10-15 см необходимо произвести окучивание картофеля в целях повышения урожайности, а также защиты от воздействия картофельной моли, а затем провести химическую прополку гербицидами, содержащими глифосат или метрибузин (например, Раундап, Зенкор), после этого провести обработку от колорадского жука и фитофторы.

Особое внимание в южных районах РФ необходимо уделить орошению, поскольку ограниченность влаги в этих регионах может существенно снизить продуктивность картофеля [15, 16], это следует из того, что наиболее благоприятный показатель гидротермического коэффициента (ГТК) для картофеля лежит в пределах от 1 до 2, а в Ростовской и Волгоградской областях ГТК редко достигает 0,7 [17]. Именно поэтому дополнительное увлажнение буквально необходимо для получения хорошего урожая [18-20]. Наиболее экономичным методом орошения является капельное, в то же время дождевание позволяет не только увлажнять почву, но и создает микроклимат около поверхностного слоя грунта. Показатель водопотребления картофеля: 2200-4000 м³/га. Объем необходимой для орошения воды определяется в зависимости сорта картофеля, планируемой площади и водности текущего года. В общем виде лимит воды на орошение для сельхозтоваропроизводителя можно выразить зависимостью:

$$V_{\text{л}} = \sum_{l=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{\overline{M}_{li} \cdot S_{li}}{\eta_{li}}, \quad (2)$$

где $\overline{M}_{li}$ – средняя оросительная норма i -го севооборотного участка в l -ом севообороте хозяйства, м³/га;

S_{li} – площадь i -го севооборотного участка в l -ом севообороте хозяйства, га;

η_{li} – проектное КПД внутривозвращенной оросительной системы, подающей воду к i -ому севооборотному участку в l -ом севообороте хозяйства. В России технология уборки картофеля зависит от региона [1, 2, 9, 10]. Так в зависимости от модификации картофелеуборочного комбайна варьируется ширина захвата подкапывающего устройства. В настоящее время используются картофелеуборочные комбайны: AVR 220 BK Variant, DR 1500, «ПАЛЕССЕ РТ25», ПКК-2-05 и др. Для обеспечения сохранности собранного картофеля, за счет повышения устойчивости клубней к инфекционным заболеваниям, его необходимо просушить, а затем отправить на хранение при температуре не выше +5 °С и относительной влажности до 91 % с достаточным воздухообменом.

Вывод. Применение технологических карт в сельском хозяйстве позволяет регулировать материальные, трудовые, энергетические и финансовые потоки. Проблемой остается тот факт, что до сих пор используются устаревшие нормативы и расценки. При разработке технологических карт

целесообразно использование цифровых технологий, заключающихся в том числе в применении электронных таблиц, позволяющих проводить дополнительные расчеты. При составлении технологических карт выращивания картофеля, для повышения эффективности его возделывания в аридной зоне юга Российской Федерации необходимо учитывать результаты исследований, проведенных в ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБНУ «ВНИИОЗ», так как ими опытным путем установлено, что внесение удобрений снижает коэффициент водопотребления и повышает количество крахмала в клубнях изучаемых сортов от 13,0 до 15,8 %, сухого вещества от 20,0 до 22,4 %, а максимальную урожайность можно обеспечить применением режима орошения с поддержанием 80 % наименьшей влагоемкости в слое почвы 0,4 м в течение вегетационного периода.

Список используемой литературы

1. Кузнецова Л. В. Технологическая карта возделывания картофеля продовольственного в Калужской области // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2021. № 1 (20). С. 61-67.
2. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И., Дергачева И. А., Дергачев А. А. Технология возделывания картофеля на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Орошаемое земледелие. 2018. № 2. С. 23-24.
3. Кузнецова Л. В. Экономически обоснованные технологические карты возделывания картофеля продовольственного на основе адаптивных технологий, используемых в Калужском регионе // Аграрная Россия. 2021. № 5. С. 41-48.
4. Гурина И. В., Мельник Т. В., Калечак И. М. Режим орошения и водопотребление картофеля весенней посадки при поливах современной дождевальной техникой // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 2(30). С. 158-168.
5. Гиченкова О. Г., Родин К. А., Новиков А. А., Лаптина Ю. А., Куликова Н. А. Эколого-географическая оценка сортов картофеля отечественной селекции на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12. № 1. С. 34-48.
6. Новиков А. А. Влияние водообеспеченности на формирование урожайности и водопотребление картофеля на черноземных почвах Волгоградской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3. С. 38-51.
7. Ольгаренко В. И., Ольгаренко И. В., Ольгаренко Вл. И., Ткаченко Ф. Т. Водный баланс и урожайность посадок картофеля в условиях орошаемой поймы Нижнего Дона // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (176). С. 47-52.
8. Монастырский В. А. Возделывание сидеральных культур и их влияние на урожайность и качество клубней картофеля летней посадки // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 92(08).
9. Бабичев А. Н., Бабенко А. А., Васильев С. М., Масный Р. С. Технология возделывания сельскохозяйственных культур на орошении // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2021.
10. Бабичев А. Н., Ольгаренко В. И. Технологические подходы к нормированию режимов орошения и аппарат прогнозирования водопотребления картофеля в условиях поймы Нижнего Дона // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 2(22). С. 148-165.
11. Мелихов В. В., Новиков А. А. Влияние сроков нарезки гребней на рост, развитие и урожайность картофеля // Земледелие. 2021. № 7. С. 26-29.
12. Новиков А. А. Зяблевая обработка почвы и способы ее рыхления перед посадкой картофеля // Аграрный научный журнал. 2022. № 6. С. 38-42.
13. Медведева Л. Н. Использование микроиригационных систем на светло-каштановых почвах в Нижнем Поволжье // II международная научно-практическая интернет-конференция. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». 2017. С. 323-330.



14. Dev, Ajay, et al. "The Effect of Integrated Nutrient Management (INM) and Zn Fertilization on Yield of Potato." *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 9.4 (2020). P. 1518-1526.
15. Новиков А. А. Рациональное использование водных ресурсов картофеля при его выращивании в орошаемых звеньях севооборота на черноземах // *Достижения науки и техники в АПК*. 2020. № 2. Т. 34. № 5. С. 37-41.
16. Новиков А. А. Особенности возделывания картофеля при капельном орошении в Нижнем Поволжье // *Картофель и овощи*. 2021. № 9. С. 28-32.
17. Балакай Г. Т., Селицкий С. А., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Районирование территории Ростовской области по агроклиматическим подзонам для перспективных сортов сои различных групп спелости // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2020. № 3(39). С. 52-67.
18. Al-Gaadi, Khalid A., et al. "Impacts of center pivot irrigation system uniformity on growth of potato crop and residual soil nitrogen." *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 12.1 (2019): P. 126-131.
19. Дубенок Н. Н., Болотин Д. А., Фомин С. Д., Болотин А. Г. Отзывчивость различных сортов картофеля на водный режим светло-каштановых почв Нижнего Поволжья // *Известия Нижневолжского АУК*. 2018. № 4 (52). С. 22-29.
20. Дубенок Н. Н., Болотин Д. А., Фомин С. Д., Болотин А. Г. Обоснование водного режима почвы при капельном орошении семенных посадок картофеля в Нижнем Поволжье // *Известия Нижневолжского АУК: наука и высшее профессиональное образование*. 2018. № 3(51). С. 18-26.

References

1. Kuznetsova L. V. Tekhnologicheskaya karta vozdel'yvaniya kartofelya prodovol'stvennogo v Kaluzhskoy oblasti // *Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost mashin selskokhozyaystvennogo naznacheniya*. 2021. № 1 (20). S. 61-67.
2. Dronova T. N., Burtseva N. I., Dergacheva I. A., Dergachev A. A. Tekhnologiya vozdel'yvaniya kartofelya na oroshaemykh zemlyakh Nizhnego Povolzhya // *Oroshaemoe zemledelie*. 2018. № 2. S. 23-24.
3. Kuznetsova L. V. Ekonomicheski obosnovannyye tekhnologicheskiye karty vozdel'yvaniya kartofelya prodovol'stvennogo na osnove adaptivnykh tekhnologiy, ispol'zuemykh v Kaluzhskom regione // *Agrarnaya Rossiya*. 2021. № 5. S. 41-48.
4. Gurina I. V., Melnik T. V., Kalechak I. M. Rezhim orosheniya i vodonapleneniye kartofelya vesenney posadki pri polivakh sovremennoy dozhdaval'noy tekhnikooy // *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*. 2018. № 2(30). S. 158-168.
5. Gichenkova O. G., Rodin K. A., Novikov A. A., Laptina Yu. A., Kulikova N. A. Ekologo-geograficheskaya otsenka sortov kartofelya otechestvennoy selektsii na svetlo-kashtanovykh pochvakh Nizhnego Povolzhya // *Melioratsiya i gidrotekhnika*. 2022. T. 12. № 1. S. 34-48.
6. Novikov A. A. Vliyaniye vodoobespechennosti na formirovaniye urozhaynosti i vodonapleneniye kartofelya na chernozemnykh pochvakh Volgogradskoy oblasti // *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*. 2020. № 3. S. 38-51.
7. Olgarenko V. I., Olgarenko I. V., Olgarenko V. I., Tkachenko F. T. Vodnyy balans i urozhaynost posadok kartofelya v usloviyakh oroshaemoy poymy Nizhnego Dona // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 6 (176). S. 47-52.
8. Monastyrskiy V. A. Vozdel'yvaniye sideral'nykh kultur i ikh vliyaniye na urozhaynost i kachestvo klubney kartofelya letney posadki // *Politematicheskyy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 92(08).



9. Babichev A. N., Babenko A. A., Vasilev S. M., Masnyy R. S. Tekhnologiya vozdel'yvaniya selskokhozyaystvennykh kultur na oroshenii // M.: FGBNU «Rosinformagrotekh». 2021.
10. Babichev A. N., Olgarenko V. I. Tekhnologicheskie podkhody k normirovaniyu rezhimov orosheniya i apparat prognozirovaniya vodopotrebleniya kartofelya v usloviyakh poymy Nizhnego Dona // Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii. 2016. № 2(22). S. 148-165.
11. Melikhov V. V., Novikov A. A. Vliyaniye srokov narezki grebney na rost, razvitiye i urozhaynost kartofelya // Zemledelie. 2021. № 7. S. 26-29.
12. Novikov A. A. Zyablevaya obrabotka pochvy i sposoby ee rykhleniya pered posadkoy kartofelya // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2022. № 6. S. 38-42.
13. Medvedeva L. N. Ispolzovanie mikroirrigatsionnykh sistem na svetlo-kashtanovykh pochvakh v Nizhnem Povolzhe // II mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya. FGBNU «Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya». 2017. S. 323-330.
14. Dev, Ajay, et al. "The Effect of Integrated Nutrient Management (INM) and Zn Fertilization on Yield of Potato." Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci 9.4 (2020). R. 1518-1526.
15. Novikov A. A. Ratsionalnoe ispolzovanie vodnykh resursov kartofelya pri ego vyrashchivanii v oroshaemykh zvenyakh sevooborota na chernozemakh // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. 2020. № 2. T. 34. № 5. C. 37-41.
16. Novikov A. A. Osobennosti vozdel'yvaniya kartofelya pri kapelnom oroshenii v Nizhnem Povolzhe // Kartofel i ovoshchi. 2021. № 9. S. 28-32.
17. Balakay G. T., Selitskiy S. A., Dokuchaeva L. M., Yurkova R. Ye. Rayonirovaniye territorii Rostovskoy oblasti po agroklimaticheskim podzonam dlya perspektivnykh sortov soi razlichnykh grupp spetsialnosti // Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii. 2020. № 3(39). S. 52-67.
18. Al-Gaadi, Khalid A., et al. "Impacts of center pivot irrigation system uniformity on growth of potato crop and residual soil nitrogen." International Journal of Agricultural and Biological Engineering 12.1 (2019): R. 126-131.
19. Dubenok N. N., Bolotin D. A., Fomin S. D., Bolotin A. G. Otzyvchivost razlichnykh sortov kartofelya na vodnyy rezhim svetlo-kashtanovykh pochv Nizhnego Povolzhya // Izvestiya Nizhnevolzhskogo AUK. 2018. № 4 (52). S. 22-29.
20. Dubenok N. N., Bolotin D. A., Fomin S. D., Bolotin A. G. Obosnovaniye vodnogo rezhima pochvy pri kapelnom oroshenii semennykh posadok kartofelya v Nizhnem Povolzhe // Izvestiya Nizhnevolzhskogo AUK: nauka i vysshee professionalnoye obrazovaniye. 2018. № 3(51). S. 18-26.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В РАЙОНАХ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Ториков В.Е., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;
Зверева Л.А., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;
Байдакова Е.В., ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;
Мельникова Е.А., ФГБОУ ВО Брянский ИТУ

В Брянской области плодово-ягодные культуры занимают 12,8 тысяч гектаров, при этом их урожайность в десятки раз ниже их потенциально возможной. Одной из причин низкой продуктивности плодово-ягодных культур является недостаток влаги в корнеобитаемом слое растений в засушливые периоды. Территория Брянской области расположена в Нечерноземной зоне России, которая имеет преимущественно неустойчивое увлажнение сельскохозяйственных земель. На опытных полях Брянского государственного аграрного университета проводятся научно-производственные исследования в области ирригационных технологий – создание системы капельного орошения ягодных культур. Оросительная мелиорация решает вопрос получения гарантированных урожаев независимо от погодных условий с помощью регулирования водно-воздушного режима почвы. Опыты, проведенные в Центральных районах Нечерноземной зоны России, показывают, что увеличение урожайности в 2–3 раза влечет за собой увеличение расхода влаги на 80–150 мм. На опытном участке Брянского ГАУ выполнен анализ способности темно-серой, легко суглинистой почвы впитывать в себя влагу и зависимости режимов увлажнения (нормы, сроки и число поливов) от количества воды, которое требуется растению для получения максимально возможной урожайности. Описан процесс натурных исследований по оптимизации режимов орошения.

Ключевые слова: водный режим, поливная и оросительная норма, мелиорация, наименьшая влагоемкость почвы.

Цитирование. Ториков В.Е., Зверева Л.А., Байдакова Е.В., Мельникова Е.А. Оптимизация режимов орошения ягодных культур в районах неустойчивого увлажнения // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 3 (44). С. 22–30.

Введение. Важнейшей задачей орошения сельскохозяйственных культур является обеспечение постоянного притока влаги, которая оптимально воздействует на поступление питательных веществ, тепла и почвенного воздуха. Эта задача решается установлением определённых сроков и норм полива, технологии и техники орошения.

Интенсивный рост растений происходит в периоды максимальной транспирации, когда обилие поступающей в растение воды обеспечивает и максимальный приток элементов питания, растворённых в воде.

Испаряющаяся влага должна быть высоко подвижной, влажность почвы, обеспечивающая неограниченную скорость поступления воды, находится вблизи уровня наименьшей влагоёмкости почвы (НВ), а минимально допустимый порог оптимальной влажности равен 70 % НВ. Несмотря на распространённость мнения, что этот диапазон влажности обеспечивает растение водой, читаем заключение А.А. Роде [7] по этой проблематике «прямых опытных данных для этого интервала влажности не имеется».

А.А. Роде отмечает, что в жаркую солнечную погоду точка снижения тургора, то есть предельная минимальная влажность почвы, составила 34,2 % от объема почвы при влажности НВ, равной 36%. Влажность почвы снизилась на 5 % от НВ при интенсивности транспирации 6,5 мм/сутки. Влажность почвы ещё велика, но уже нужен полив. Частично облачная, влажная погода при интенсивности транспирации 4,2 мм/сутки обеспечила снижение влажности до допустимого предела на 21,7 % от НВ.

В засушливые годы орошение может решить вопрос получения гарантированных урожаев с помощью регулирования водно-воздушного режима почвы. Режим увлажнения при поступлении воды из атмосферы отличается непостоянством и во многом зависит от выпадающих осадков. Запас влаги во многом определяется особенностями почвы. Почва обладает способностью впитывать в себя влагу, или свойством влагоёмкости. Каждый гектар на глубине 1–1,5 м может (кроме обычно имеющихся запасов воды) задержать влаги до 1000–2000 м³. Это значит, что осадки, выпадающие за осень и зиму в количестве 100–200 мм, могут быть полностью поглощены почвой. Сохранение такого количества влаги и плюс полное использование летних осадков могут обеспечивать потребности сельскохозяйственных растений в воде. Для накопления влаги в почве в зоне недостаточного увлажнения применяются следующие наиболее эффективные приемы: снегозадержание, задержание талых вод, задержание поверхностного стока дождевых вод на полях и накопление весенних, летних и осенних паводковых вод в прудах и водоемах. Исследования, проведенные во многих областях Нечерноземного центра, показывают, что древесные насаждения в полевых лесополосах задерживают влагу, замедляют поверхностный сток талых и дождевых вод, тем самым способствуя более обильному и равномерному увлажнению почвы, при этом можно получить дополнительно от 400 до 1500 м³ воды на гектаре, что равносильно орошению одним-тремя поливами.

Условия и методика исследования. На опытных полях Брянского государственного аграрного университета проводятся научно-производственные исследования в области ирригационных технологий - создание системы капельного орошения ягодных культур. На опытном участке с ягодными культурами Брянского ГАУ, площадью 3,5 га выполнен анализ способности почвы впитывать в себя влагу и зависимость режима увлажнения (нормы, сроки и число поливов) от количества воды, которое требуется растению для получения высокого урожая [2, 3, 10].

Существуют различные способы создания оптимального режима увлажнения сельскохозяйственных культур: по влажности почвы, водопотреблению сельскохозяйственных культур и заданной урожайности; биоклиматический метод; метод единичных засушливых периодов. Анализ данных прихода и расхода воды по фазам развития растений во влажные и засушливые годы позволяет выяснить естественный водный баланс мелиорируемой территории. На основе этих данных намечаются мероприятия по искусственному регулированию водного режима почв. Каждый вид растений в своих требованиях индивидуален. Чтобы создать наиболее благоприятные условия водного режима, обеспечить необходимую влажность в корнеобитаемом слое почвы, следует поддерживать влажность в пределах 55–75 % полевой влагоёмкости. Опыты, проведенные в Центральных районах Нечерноземной зоны, показывают, что увеличение урожайности в 2–3 раза влечет за собой увеличение расхода влаги на 80–150 мм.

Чтобы определить режим увлажнения (нормы, сроки и число поливов), необходимо иметь достаточно большую базу данных:

- а) общее количество воды, которое требуется растению для получения высокого урожая;
- б) количество осадков и величина подпитывания от грунтовых вод за вегетационный период;

в) сезонная норма (количество воды, потребное растению в течение сезона) и разовая норма (количество воды, подаваемое при разовом поливе);

г) запас влаги в почве.

Величина поливной нормы для минеральных почв зависит от количества органических остатков и органолептического (механического) состава почв, от типа водного режима участка, погодных условий, вида выращиваемой культуры, глубины залегания грунтовых вод, запасов влаги в почве и других факторов.

В период эксплуатации сроки и нормы полива назначаются по фактическому состоянию влажности почвы, которая должна быть не ниже 60–80 % наименьшей влагоёмкости (НВ). Для этого необходимо систематически устанавливать весовую влажность слоя почвы, в котором размещается основная масса корней. Она определяется по разности между массой влажной почвы определенного объема и средней массой сухой пробы такого же объема:

$$\beta_0 = \frac{P_{вл} - P_{сух}}{P_{сух}} \cdot 100\% = \frac{B}{P_{сух}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где β_0 – влажность почвы;

B – масса воды;

$P_{вл}$ – масса почвы естественной влажности (пробы);

$P_{сух}$ – масса почвы высушенной при температуре 105⁰С.

Влажность почвы определяли с интервалом в 5 дней. Расчетную влажность сравнивали с предполивной и устанавливали необходимость полива.

В общем случае поливную норму определяли по формуле

$$m = 100 \cdot \gamma \cdot H \cdot (\beta_c - \beta_n), \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2)$$

где $\beta_c = 1 - (0,5 \dots 0,8)$;

γ – объемный вес почвы, т/м³;

H – мощность увлажняемого слоя, м;

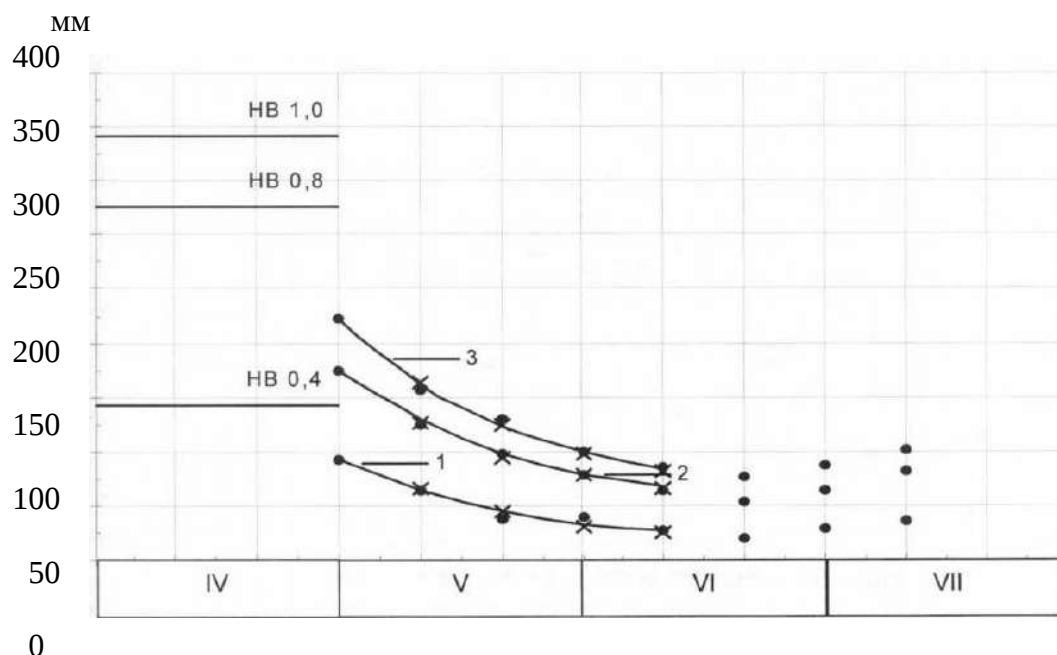
β_c – влажность почвы при НВ (влажность), %;

β_n – предполивная влажность, %.

В межполивной период может измениться температура и влажность окружающего воздуха, направление и скорость ветра, солнечное излучение, осадки и ход испарения влаги с поверхности почвы. При выпадении осадков почва может насытиться до уровня НВ, и полив не будет требоваться, или наоборот, уйдет облачность, и под воздействием солнечного света скорость испарения резко увеличится, а следующий полив ждет почву почти через сутки. За это время может заметно снизиться тургор, что скажется на урожайности [4].

Одной из целей исследования было установление способа корректировки поливной нормы в период выпадения естественных осадков и испарения. Для оценки запасов влаги использовалась кинетическая модель.

В период исследований было выполнено шесть опытов на серой лесой легкосуглинистой почве в реальных условиях (присутствовал ветер и прямое солнечное излучение). В начале опытов почва на каждом участке была увлажнена до НВ. Изменения запасов влаги измерялись через каждые пять суток в течение вегетационного периода. По результатам наблюдений были построены кривые изменения запасов влаги в почве по слоям, показанные на рисунке 1.



I; II; III; IV — временные интервалы.

. — экспериментальные данные; x — расчетные значения.

Рисунок 1 — Кривая снижения запасов влаги на опытном участке для: 1 — слоя почвы мощностью 0,4 м; 2 — для слоя почвы, мощностью 0,8 м; 3 — для слоя почвы мощностью 1,0 м.

Экспериментальные данные изменения запасов влаги заносили на график, по оси ординат которого наносили относительные величины

$$\Psi = (Z_{t+\Delta t} - Z_t) / Z_{t+\Delta t}, \quad (3)$$

где Z_t , $Z_{t+\Delta t}$ — запасы влаги в начале и конце временных интервалов, мм.

По оси абсцисс откладывали соответствующие им значения Z_t . Таким образом, кривые снижения запасов влаги преобразовывали в прямую, которую и продолжали до пересечения с осями абсцисс и ординат. При этом на оси абсцисс в безосадочный период отсекался отрезок $Z_{ст}$, близкий к влажности разрыва капилляров, а на оси ординат отрезок Ψ [6].

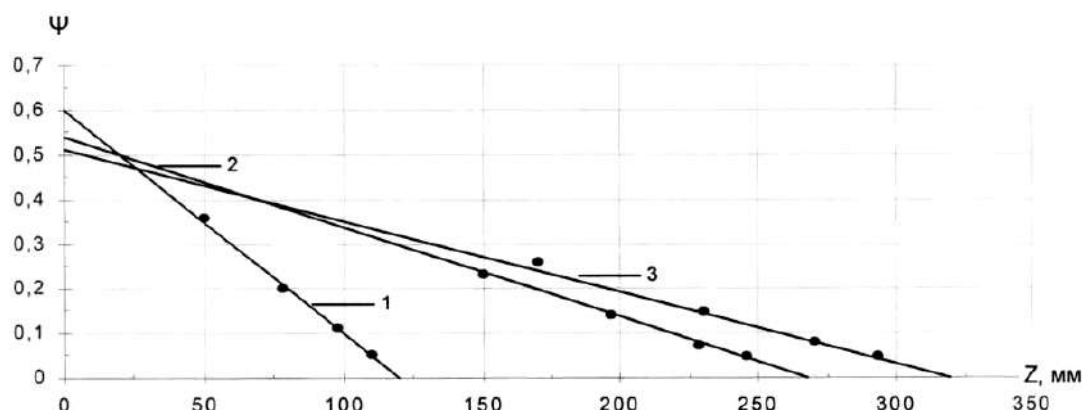


Рисунок 2 — Спрямленные графики кинетических кривых.

Степень иссушения почвы можно определить по зависимости

$$Z_t = Z_{cm} / [1 + (Z_{cm} - Z_0)(1 - \Psi) / Z_0], \quad (4)$$

где Z_0 – координата оси, от которой отсчитывается Z_t [6].

При достижении влажности почвы величины, близкой к влажности разрыву капиллярных связей, предусматривается полив. Режим увлажнения с достаточной точностью можно прогнозировать на весь период вегетации, используя экспериментальные данные, полученные в его начальном периоде. Кинетическая модель позволяет определить поливные нормы при различных условиях иссушения почвы и межполивных периодах и увязывать их с интенсивностью поливов.

Результаты исследования и их обсуждение. На опытном поле Брянского ГАУ были изучены различные режимы капельного орошения посадок земляники второго года выращивания: а) поддержание влажности почвы на уровне ППВ; б) поддержание влажности почвы на уровне 25 % ниже ППВ; в) поддержание влажности почвы вблизи допустимой минимальной влажности. Полевые исследования выполнялись под руководством доктора технических наук, профессора В.Ф. Василенкова [10].

При капельном орошении вода под небольшим напором подавалась в увлажнительный трубопровод-шланг с отверстиями. Шланг снабжён «капельницами», регулирующими разницу давлений на входе в трубопровод и на выходе из него. Вода на всём протяжении шланга капала с одинаковым расходом и по всей его длине поддерживала равномерное увлажнение растений.

Максимальную ежедневную потребность в воде определяли расчетным путём.

Максимальная ежедневная поливная норма принимается в $\text{м}^3/\text{га}$:

$$Q = \frac{m \cdot S}{T},$$

где Q – расход воды, поступающий по водопроводу $\text{м}^3/\text{ч}$;

S – площадь орошения – 0,6 га;

T – время работы системы в сутки (16-24 ч).

При круглосуточном поливе:

$$Q = \frac{60 \cdot 0,6}{24} = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,41 \text{ л/с}$$

При поливе 20 час в сутки:

$$Q = \frac{60 \cdot 0,6}{24} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,5 \text{ л/с}$$

Обычно расчет ведется не на максимальную поливную норму $60 \text{ м}^3/\text{га}$, а на $40-50 \text{ м}^3/\text{га}$.

При поливной норме $40 \text{ м}^3/\text{га}$:

$$Q = \frac{40 \cdot 0,6}{24} = 1,0 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,28 \text{ л/с}$$

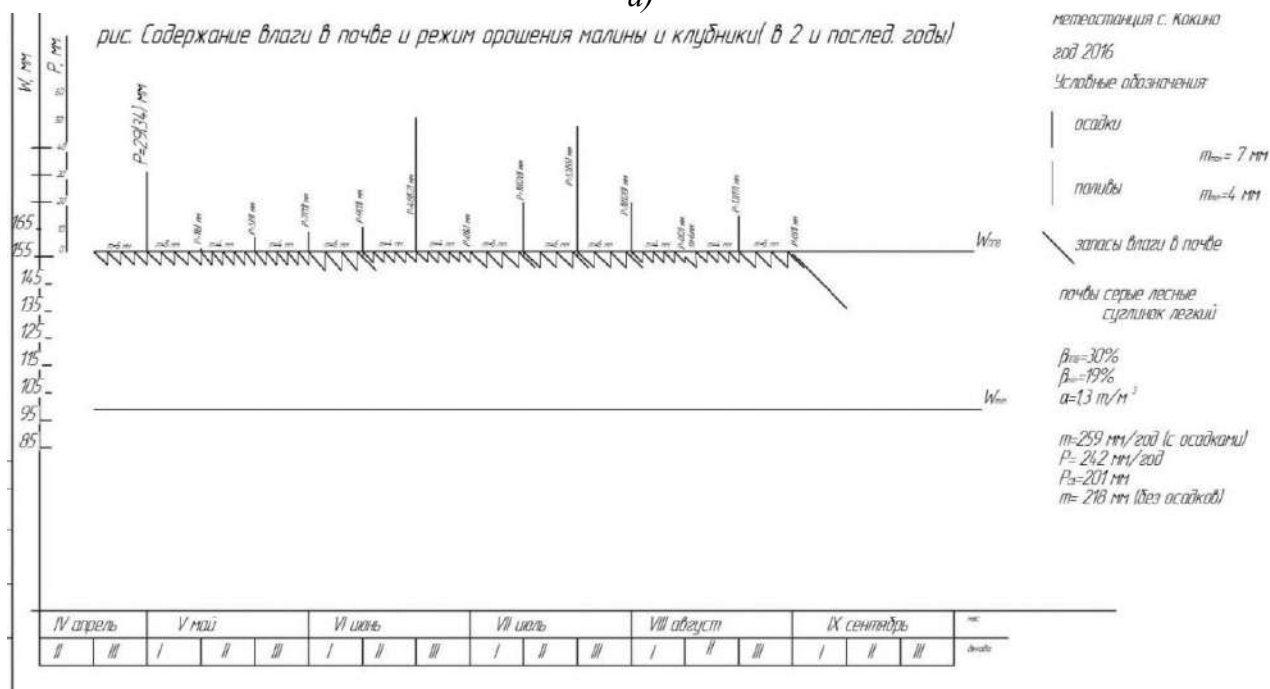
Измерение фактического расхода воды, поступающей из водопровода, показало значение $Q=0,33 \text{ л/с}$.

Землянику поливали капельным методом под пленкой. Это сократило потери воды на испарение на 20 %.

Рекомендуемая оросительная норма для земляники равна $1200 \text{ м}^3/\text{га}$ в средне-сухой год или 720 м^3 на $0,6 \text{ га}$ (год 75 % обеспеченности). Таким образом, при круглосуточном поливе нормой $40 \text{ м}^3/\text{га}$ потребуется 30 дней полива. При суточном поливе продолжительностью в 16 часов, расходом $0,28 \text{ л/с}$ требуется 45 дней полива. Поливы земляники и малины рекомендуется начинать 11 мая и заканчивать 20 июля.

Время поливного периода для проверки различных вариантов режима орошения имеется в избытке. Три возможных варианта поливов изображено на графиках рис. 3 (а, б, в). Испаряемость определялась по формуле Н.Н. Иванова [9]. Необходимые для расчёта значения среднесуточной температуры воздуха, среднесуточной относительной влажности воздуха и суточной величины осадков взяты из результатов учетов метеостанции Брянского ГАУ. В первом варианте (а) за основу взято положение, что земляника является очень влаголюбивой культурой, а по прогнозам предстоит острозасушливый год. Но прогнозы не сбылись, и почти все дождевые осадки ушли за пределы корнеобитаемого слоя в сброс. Оросительная норма составила значительную величину – 218 мм. Во втором варианте (б) влажность почвы поддерживалась на 25 % ниже ППВ. Более половины дождевых осадков задержалась в почве и могли использоваться растениями.

а)



б)

сезона основывается на прогнозах погодных условий текущего года. Частые поливы малыми поливными нормами в рассмотренных режимах орошения дают возможность поливать в соответствии с ходом водопотребления, т.е. за сутки поливать нормой, равной суточному водопотреблению. Такая технология полива обеспечивает рост урожайности ягодных культур.

Выводы. Важным резервом успешного развития садоводства Брянской области являются ягодные культуры. Урожайность ягод земляники 20–25 т/га, механизированные технологии ее возделывания создают экономически выгодные предпосылки для расширения площадей посадки ягодных культур. В настоящее время основные насаждения ягодников находятся в личных подсобных хозяйствах, которые производят до 70–90 % витаминной продукции.

Наиболее приемлемым способом орошения ягодников в личных приусадебных участках является капельное орошение, поскольку в сельских поселениях часто нет других источников орошения, кроме мелких трубчатых колодцев с малым водным дебитом.

Отличительной особенностью капельного орошения является его способность обеспечить снабжение растений влагой в соответствии с ходом суточного водопотребления, однако возникают повышенные требования к точным прогнозам погоды.

Как показывают расчёты, неправильно выбранная стратегия проведения поливов, может привести к перерасходу воды и несовпадению интенсивности поливов с интенсивностью водопотребления растений.

Анализ влагообеспеченности культур на современных увлажнительных системах показал, что метод расчета, использованный нами, можно применять для оптимизации режимов орошения на основе минимального количества экспериментальных данных и получать стабильно высокие урожаи сельскохозяйственных культур [10].

Результаты проведенных исследований подтвердили, что поливные нормы следует устанавливать на основании данных водно-физических свойств почвы и оптимальной полевой влажности. Для оптимизации полива важно правильно определить нижний порог увлажнения почвы в период вегетации растений. Рекомендуются определять начальные запасы влаги в активном слое почвы, а затем в динамике перед поливом и после него через равные интервалы времени, а также после выпадения осадков более 5 мм. Эти мероприятия дают возможность оценить, какой объем воды способна принять почва без ущерба, т.е. интенсивность полива.

Список используемой литературы

1. Торилов В.Е., Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф. Перспективы развития садоводства в Брянской области // Вестник Брянской ГСХА. 2015. № 5 (51). С. 3-8.
2. Байдакова Е.В., Кровопускова В.Н. Аспекты перспективы по апробации и проведению исследований современных ирригационных агротехнологий на опытных полях Брянского ГАУ // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 1 (83). С. 60-65
3. Торилов В.Е., Байдакова Е.В., Кровопускова В.Н. Перспектива организации современных ирригационных агротехнологий при орошении опытных полей Брянского ГАУ // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 1 (89). С. 40-46.
4. Пенюков Н.В., Зверева Л.А. Повышение эффективности технологического метода управления земельными ресурсами // Сборник научных трудов факультета Энергетики и природопользования. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ. 2019. С. 166-169.
5. Байдакова Е.В., Василенков В.Ф., Василенков С.В. и др. Повышение эффективности оросительных систем Брянской области с использованием современных технических средств орошения: отчет о НИР. Брянск, 2017.
6. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Мажайский Ю.А. и др. Экологическая и экономическая оптимизация эксплуатационного режима орошения современными дождевальными машинами //

Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 85-92.

7. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге: монография. В 2 т. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Т. 1.

8. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Василенков В.Ф. и др. Система капельного орошения на землях Брянского аграрного университета // Вестник Брянской ГСХА. 2017. № 4. С. 16-24.

9. Багров М.Н., Кружилин И.П. Сельскохозяйственная мелиорация. М.: Агропромиздат, 1985.

10. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Дёмина О.Н. и др. Экологическая и экономическая оптимизация эксплуатационного режима орошения современными дождевальными машинами // Вестник Рязанского ГАТУ. 2015. № 4 (28). С. 87-93.

References

1. Torikov V.Ye., Yevdokimenko S.N., Sazonov F.F. Perspektivy razvitiya sadovodstva v Bryanskoy oblasti // Vestnik Bryanskoy GSKhA. 2015. № 5 (51). S. 3-8.

2. Baydakova Ye.V., Krovopuskova V.N. Aspekty perspektivy po aprobatsii i provedeniyu issledovaniy sovremennykh irrigatsionnykh agrotekhnologiy na opytnykh polyakh Bryanskogo GAU // Vestnik Bryanskoy GSKhA. 2021. № 1 (83). S. 60-65

3. Torikov V.Ye., Baydakova Ye.V., Krovopuskova V.N. Perspektiva organizatsii sovremennykh irrigatsionnykh agrotekhnologiy pri oroshenii opytnykh poley Bryanskogo GAU // Vestnik Bryanskoy GSKhA. 2022. № 1 (89). S. 40-46.

4. Penyukov N.V., Zvereva L.A. Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskogo metoda upravleniya zemelnymi resursami // Sbornik nauchnykh trudov fakulteta Energetiki i prirodopolzovaniya. Bryansk: Izd-vo Bryanskiy GAU. 2019. S. 166-169.

5. Povyshenie effektivnosti orositelnykh sistem Bryanskoy oblasti s ispolzovaniem sovremennykh tekhnicheskikh sredstv orosheniya: otchet o NIR / Ye.V. Baydakova, V.F. Vasilenkov, S.V. Vasilenkov i dr. Bryansk, 2017.

6. Vasilenkov V.F., Vasilenkov S.V., Mazhayskiy Yu.A. i dr. Ekologicheskaya i ekonomicheskaya optimizatsiya ekspluatatsionnogo rezhima orosheniya sovremennymi dozhdevalnymi mashinami // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 85-92.

7. Rode A. A. Osnovy ucheniya o pochvennoy vlage: monografiya. V 2 t. L.: Gidrometeoizdat, 1965. T. 1.

8. Belous N.M., Torikov V.Ye., Vasilenkov V.F. i dr. Sistema kapelnogo orosheniya na zemlyakh Bryanskogo agrarnogo universiteta // Vestnik Bryanskoy GSKhA. 2017. № 4. S. 16-24.

9. Bagrov M.N., Kruzhilin I.P. Selskokhozyaystvennaya melioratsiya. M.: Agropromizdat, 1985.

10. Vasilenkov V.F., Vasilenkov S.V., Demina O.N. i dr. Ekologicheskaya i ekonomicheskaya optimizatsiya ekspluatatsionnogo rezhima orosheniya sovremennymi dozhdevalnymi mashinami // Vestnik Ryazanskogo GATU. 2015. № 4 (28). S. 87-93.

DOI: 10.35523/2307-5872-2023-44-3-31-41

УДК: 631.86: 631.894:631.51:631.445.2: 631.153.3

СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ И СПОСОБА ЕГО ВНЕСЕНИЯ

Эседуллаев С.Т., Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»

Многолетний стационарный полевой опыт проводили с целью определения влияния различных доз и способов внесения торфонавозного компоста (ТНК 1:1) на плодородие дерново-подзолистой почвы, продуктивность кормового севооборота и качество выращенной продукции. Работу выполнили на опытном поле Ивановского НИИСХ на дерново-подзолистой почве. Изучали варианты заделки различных доз ТНК – 60, 70, 100 и 140 т/га обычным плугом ПН-4-35 в слой почвы 20–22 см, ярусным ПЯ-3-35 на 25–27 см и дисковой бороной БДТ-3 на 15–17 см. В результате исследований установлено, что заплата органического удобрения в нижний слой почвы двухъярусным плугом увеличивает коэффициент гумификации до 1,65 (с 1,25 при дисковании и 1,30 при обработке обычным плугом), в 2,4 раза увеличивает количество дождевых червей в нижнем слое почвы, на 18,4 % в среднем повышает разложение льняной ткани и до 181,4 мг/ч² продуцирование CO₂ (82,6 на контроле), улучшает агрофизические свойства почвы – происходит увеличение водопрочных агрегатов на 2,8–5,7 %, пористости на 2,5–4,1 %, обеспеченности растений продуктивной влагой, уменьшает плотность. Замедление минерализации органического вещества в нижнем горизонте 20...30 см при дефиците кислорода и разложение компоста проходит в течение 7...8 лет, тогда как при традиционной вспашке и дисковании БДТ-3 – 3–4 года, что обеспечивает расширенное воспроизводство плодородия почвы, устраняет необходимость частого внесения органического удобрения, увеличивает урожайность возделываемых культур и качество получаемой продукции. При глубокой ярусной обработке почвы и внесении 100 т/га ТНК средний урожай абсолютно-сухой массы горохоовсяной смеси составил 5,27 т/га, тогда как без внесения удобрения при обычной вспашке – 4,56, по обычной вспашке и внесении 100 т/га ТНК – 4,98, по дискованию и внесении 100 т/га ТНК – 5,05 т/га, викоовсяной смеси – 4,43, 3,93, 4,12, 4,06 и рапса ярового – 2,59, 2,43, 2,55 и 2,51 соответственно. Максимальный выход кормовых единиц и сборы переваримого протеина получены при ярусной обработке почвы и внесении 140 и 100 т/га ТНК – 36,9 и 36,2 тыс./га кормовых единиц и 4536 и 4333 к/га переваримого протеина.

Ключевые слова: кормовой севооборот, органическое удобрение, способ внесения, свойства почвы, плодородие, продуктивность.

Для цитирования: Эседуллаев С.Т. Влияние доз органического удобрения и способа его внесения на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность севооборота // Аграрный вестник Верхневолжья. 2023. № 3 (44). С. 31–41.

Введение. Создание стабильной кормовой базы – одно из важнейших условий повышения производства животноводческой продукции. В областях Верхневолжья выполнение этого условия возможно при условии проектирования и освоения севооборотов кормового направления на пашне. Обычно их создают вокруг животноводческих ферм, чтобы уменьшить затраты на перевозку навоза и выращенной продукции. Кормовые севообороты при внесении достаточного количества органических и минеральных удобрений обеспечивают наиболее высокий выход кормов с 1 га

пашни. Кроме того, они способствуют повышению качества кормов и улучшают плодородие почвы, что немаловажно для потенциально бедных дерново-подзолистых почв.

На объем производства продукции животноводства оказывает влияние два взаимосвязанных фактора: потребность животного в доступной энергии и питательных веществах, а также количество съедаемого сухого вещества, удовлетворяющего эту потребность. Следовательно, продуктивность животного определяется, в первую очередь, концентрацией обменной энергии и наличием питательных веществ в 1 кг сухого корма. Чем больше концентрация обменной энергии в рационе, тем выше трансформация корма в животноводческую продукцию [1].

В валовом производстве кормов в регионе примерно 60 % занимают объемистые корма и более 30 % концентрированные. Пока еще остается низким их качество. Средняя питательность 1 кг объемистых кормов не превышает 0,65-0,66 кормовых единиц с содержанием переваримого протеина 80-88 г, но за счет внесения удобрений как минеральных, так и органических и повышения эффективности их использования урожайность кормовых культур можно значительно увеличить до 40-45 % при одновременном улучшении их качества [2].

Немаловажное значение в регионе имеет не только производство кормов, но и улучшение плодородия почвы. Существенную роль в повышении плодородия играет изучение почвенной биоты не только в связи с незаменимой её ролью в формировании плодородия почвы, но и способностью её к детоксикации вредных веществ, влияющих на качество продукции [3]. В исследованиях Саранина Е.К. и др. [4] при заделке навоза в середину пахотного слоя в глубоко разрыхленной почве выделялось 332,5 мг CO₂, а при запашке на дно борозды - 367,5 мг/ч·м². По фону комбинированной системы обработки продуцирование CO₂ было выше, чем при обычной отвальной вспашке: 243 и 213 в фазу выхода в трубку и 324 и 265 мг/кг почвы в фазу молочной спелости.

Известно, что физико-химические процессы, происходящие в агросистемах, отличаются от естественных экосистем вследствие антропогенного воздействия. Уменьшение содержания гумуса ухудшает условия развития полезной микрофлоры и приводит к утрате элементов питания. Органическое вещество принимает активное участие в создании благоприятных водно- физических, химических и биологических свойств почвы, питании растений, в миграции различных веществ в почвенном профиле и считается главным компонентом для формирования гумуса [5]. Замедление разложения гумусового вещества в почве – один из факторов, способствующих его накоплению при разложении органического вещества в аэробных и анаэробных условиях жизнедеятельности почвенной микрофауны.

Экспериментально установлено, что почва при окультуривании выходит из исходного состояния либо с уменьшенным, либо с увеличенным запасом гумуса [6,7,8], превышающим исходный уровень, в зависимости от направленной деятельности человека, что требует больших усилий и затрат.

В.Р. Вильямс [9] и Л.Н. Александрова [10] отмечали, что для синтеза гумуса навоз и растительные остатки надо запахивать глубже, чтобы происходил анаэробный процесс. Важным показателем рациональной минерализации органического удобрения является коэффициент гумификации.

Коэффициент гумификации ПКО в лучшем случае не превышает 25-30 % от их исходной сухой массы, и гумус минерализуется со скоростью 1-2 % в год [11]. При обычных условиях разложения из 1 т навоза образуется 50 кг гумуса, при сокращении доступа воздуха может формироваться до 300 кг. При запашке торфонавозного компоста в соотношении компонентов 1:1 выход гумуса увеличивается на 15-20 %. [12].

Для повышения гумификации необходимо, чтобы плотность почвы не превышала 1,20...1,35 г/см³. С плотностью почвы непосредственно связаны водный, воздушный и тепловой режимы, а также условия жизни почвенной микрофлоры и накопление в доступной форме элементов питания. Кроме того, в своё время ещё В.Р. Вильямс указывал на важное значение структуры почвы для земледелия [9].

Исследованиями, проведенными в различных регионах страны, установлена эффективность органических удобрений их влияние на продуктивность различных сельскохозяйственных культур и свойства почвы [13,14].

Но влияние различных способов внесения торфонавозного компоста (в соотношении торфа и компоста 1:1) на плодородие дерново-подзолистых почв, продуктивность кормового севооборота и качество выращенной продукции изучено недостаточно, что и послужило основанием для проведения исследований.

Цель исследований – изучить влияние различных доз торфонавозного компоста и способов его заделки на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность кормового севооборота.

Методика исследований. Эксперимент проводили путем закладки полевого опыта и лабораторных исследований. Схема полевого опыта включала варианты с внесением торфонавозного компоста (ТНК) в дозах 60, 70, 100 и 140 т/га и их заделку двухъярусным плугом ПЯ-3-35 на глубину 25...27 см, а также варианты с внесением ТНК в дозе 100 т/га обычным плугом ПН-4-35 на 20...22 см и тяжелой дисковой бороной БДТ-3 на 15...17 см. Контролем служил вариант ежегодной традиционной вспашки на 20...22 см без внесения компоста. В последующем все пожнивно-корневые остатки (ПКО) заделывали в слой 14...16 см либо дисковой бороной, либо проводили мелкую запашку, создавая на вариантах глубокой обработки как бы второй (верхний) плодородный слой.

Опыт проводили на стационаре Ивановского НИИСХ с 2007 по 2013 гг. в прифермском кормовом севообороте методом расщепленных делянок, со следующим чередованием культур: 1) пар занятый (горох с овсом); 2) озимая рожь на зеленый корм, поукосно рапс яровой; 3) овес с подсевом клевера; 4) клевер 2 укоса; 5) картофель; 6) горох на зеленый корм; 7) вика с овсом на зеленый корм. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая с мощностью пахотного слоя 20...22 см и содержанием в нем гумуса 1,69...1,72 %, доступных форм фосфора – 135 и калия – 138 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ 5,8...5,9, сумму поглощенных оснований -18,4 мг·экв/100г, степень насыщенности основаниями - 81 %.

Полевые опыты проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Агрохимические показатели почвы определяли по стандартным методикам. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в дозе NPK-60 кг/га д.в. Количество пожнивно-корневых остатков определяли по методике Н.З. Станкова [15]. Плотность и влажность почвы определяли три раза за вегетацию: после посева через две недели, в середине вегетации и перед уборкой урожая, в слоях 0...10, 10...20 и 20...30 см [5]. Почву на водопрочную структуру брали в начале и в конце вегетации в этих же слоях – определяли на приборе И.М. Бакшеева [16]. Содержание дождевых червей - методом раскопок, разложение льняной ткани перед уборкой культуры – путем закладки льняных полотен, дыхание почвы 2 раза (через месяц после посева и перед уборкой за 2-3 недели методом Штатнова в модификации Макарова) [17]. Азот определяли по ГОСТ 26107-84, содержание белка по ГОСТ 10896-91.

Метеорологические условия в годы проведения опытов складывались по-разному: температура воздуха в годы экспериментов была близка к средним многолетним значениям, не считая июля 2009 и 2010 гг, когда она превышала норму на 3,8 °С. Максимальное количество осадков выпало в это же время в 2007, 2008 и 2009 гг., в 1,5 раза больше нормы. Так, гидротермический коэффициент (ГТК) в 2007 и 2010 гг. составил 1,9, при норме – 1,4., а в 2008 и 2009 гг. - 3,6 и 3,9 соответственно. Ближе к норме он оказался лишь в 2011 г. – 1,47, а в 2012 – 2,0, 2013 г. - 2,5 превышал норму.

Результаты исследований. В наших экспериментах формирование гумуса по вариантах опыта происходило по-разному. На контроле, где не вносились органические удобрения, а заделывались лишь растительные остатки и NPK, к концу ротации его содержание снизилось на 4,7 т/га при среднем значении -1,7 т/га (табл.1). При запашке обычным плугом 100 т/га ТНК прирост гумуса составил 0,8 и 3,2 т/га. По дисковой обработке к концу ротации он оказался на исходном уровне

при среднем значении 4,4 т/га. При глубокой заашке компоста двухъярусным плугом рост гумуса варьировал от 6,1 т/га при дозе 60 т/га ТНК до 16,5 т/га при 140 т/га. Накопление гумуса возрастало с увеличением дозы органического удобрения. Коэффициент гумификации по технологии заделки компоста дисковой бороной составил 1,25, при заашке обычным плугом -1,30, а ярусным плугом в среднем -1,65. По мере увеличения дозы компоста он возрастал, что свидетельствует о более интенсивном преобразовании органического вещества в гумусовые соединения.

Важными компонентами агросистем считаются дождевые черви, благодаря роющей деятельности которых в длинных подземных ходах происходит циркуляция приземного почвенного воздуха. Разрыхляющая деятельность дождевых червей приводит к тому, что почва приобретает пористость, улучшается её поглотительная способность. Стенки, оставляемые ими ходов, пропитываются продуктами выделительной системы, содержащими аммиак, мочевины и кальций. Общее количество выделяемого с мочой азота колеблется в пределах 30...50 кг/га, кальция 25...30 кг/га, улучшается обеспеченность растений элементами питания – азотом и фосфором. Выделяемые червями в почву капролиты (экскременты) имеют прямую связь с содержанием в почве органических веществ, отсюда следует, что необходимо регулярно пополнять почву органическим веществом. На варианте глубокой заашки компоста численность дождевых червей по сравнению с обычной вспашкой и дисковой обработкой оказалась выше. По дисковой обработке их количество не превышало 35 особей/м² в слое 0...20 см и 2 особи в слое 20...30 см, по обычной вспашке – 42 и 7, а при глубокой заашке компоста в слое 0...20 см - 37, а 20...30 - 17 экз./м².

В целом по всем вариантам обработки ПЯ-3-35 их численность составила 54 экз./м², прежде всего, из-за увеличения их количества в 2,4 раза в нижнем слое. По годам под разными культурами происходило более значительное колебание количества дождевых червей. В современной земледелии замедление минерализации растительных остатков – один из факторов, сдерживающих рост урожайности. Важную роль в увеличении массы и численности микроорганизмов в почве играют органическое удобрение и растительные остатки.

Таблица 1 - Динамика содержания гумуса и биологическая активность дерново-подзолистой почвы (среднее за 2007-2013 гг.)

Способ Обработки почвы – доза ТНК, т/га	Динамика гумуса за РС в слое 0-30см.			Количество ДЧ*, экз./м ²	Разложение льняной ткани*, %	CO ₂ *, мг/ч·м ²
	НР	КР	+ - к КР			
ПН-4-35 - 0	<u>1,75</u> 71,1	<u>1,64</u> 66,4	<u>- 0,11</u> - 4,7	<u>30</u> 3,0	<u>30</u> 5,7	<u>73,1</u> 9,5
ПН-4-35-100	<u>1,72</u> 69,7	<u>1,74</u> 70,5	<u>+ 0,02</u> + 0,8	<u>42</u> 7,0	<u>55,8</u> 11,5	<u>131</u> 12,6
ПЯ-3-35 - 140	<u>1,73</u> 70,1	<u>2,14</u> 86,6	<u>+ 0,41</u> + 16,5	<u>40</u> 21	<u>43,3</u> 18,5	<u>119</u> 62,2
ПЯ-3-35 -100	<u>1,67</u> 67,6	<u>2,01</u> 81,4	<u>+ 0,34</u> + 13,8	<u>39</u> 18	<u>42,7</u> 18,6	<u>116</u> 58,9
ПЯ-3-35 -70	<u>1,65</u> 66,8	<u>1,87</u> 75,7	<u>+ 0,22</u> + 8,9	<u>36</u> 14	<u>41,4</u> 18,5	<u>108</u> 52,2
ПЯ-3-35- 60	<u>1,64</u> 66,4	<u>1,79</u> 72,5	<u>+ 0,15</u> + 6,1	<u>34</u> 13	<u>40,5</u> 18,0	<u>103</u> 50,0
БДТ-3 -100	<u>1,66</u> 67,2	<u>1,66</u> 67,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>35</u> 2,0	<u>47,3</u> 6,5	<u>127</u> 10,3

Примечание. НР - начало ротации, КР- конец ротации севооборота, ДЧ - дождевые червы, числитель - содержание гумуса, %, знаменатель – содержание гумуса, т/га, * - в числителе - слой 0-20, в знаменателе - 20...30 см.

Количество поступающих в почву пожнивно-корневых остатков зависит от культуры и системы обработки почвы. Так, в нашем опыте на контрольном варианте при отвальной вспашке накопилось в среднем 4,5 т/га ПКО (за ротацию 31,5 т), при ярусной вспашке – 5,1 т/га (35,7 т), дисковании и обычной вспашке по 4,8 т/га (по 33,6 т).

Известно, что плодородие почвы находится в прямой зависимости от интенсивности микробиологической деятельности и наличия в почве органического вещества. При обработке изменяется их активность, повышается численность биоты, накапливаются элементы питания для растений в доступной им форме.

Опыты показали, что минерализация льняной ткани, как и содержание дождевых червей, во многом определялось наличием органического вещества в том или ином горизонте почвы. Если в верхнем слое 0...20 см было больше содержание компоста и опада, то здесь в большей степени минерализовалась ткань, а в нижнем слое, наоборот, она распалась лишь на 11,5 % и 6,5 % при обычной запашке и дисковой обработке, а на контроле - на 5,7 %. По глубокой ярусной запашке компоста разложение льняного полотна в слое 20...30 см несколько раз выше (в среднем 18,4 %), чем в других вариантах (от 5,7 до 11,5 %), поскольку в этот слой при таком способе обработки попадает значительное количество органического удобрения и ПКО. А в верхнем слое 0...20 см, наоборот, по глубокой вспашке минерализация ткани была ниже - 42,0 %, из-за дефицита органического вещества в этом слое, чем по обычной запашке – 55,8 % и дискованию – 47,3 %. Следует отметить, что разложение ткани на вариантах глубокой обработки слабо зависело от доз ТНК.

Интенсивность дыхания считается универсальным показателем деятельности почвенной биоты. Биологические процессы, протекающие в почве, в основном определяются водно-физическим и термодинамическим состоянием, а также содержанием в ней органического вещества. Следовательно, на данный процесс прямое воздействие оказывает агротехника. Интенсивность дыхания почвенной микрофауны характеризует общую биологическую активность, которая определяется наличием CO_2 , образовавшаяся в процессе дыхания макро- и микрофлоры.

Нами установлена прямая зависимость продуцирования CO_2 с наличием в почве органического вещества и интенсивностью разложения ткани. Минимальное продуцирование в слое 0...30 см, как и следовало ожидать, отмечено на контроле – 82,6 мг/ч·м², при запашке ТНК обычным плугом и дисковой бороной выход CO_2 составил 143,6 и 136,9 мг/ч·м² соответственно. В целом по глубоким обработкам продуцирование углекислого газа составило 167,1 мг/ч·м². Максимальное количество выявлено при внесении 140 т/га компоста - 181,4, наименьшее - при дозе 60 т/га – 152,7 мг/ч·м². В целом, в нижнем слое почв, где наблюдается дефицит органического вещества и кислорода, «дыхание» слабее по сравнению со слоем 0...20 см.

Как показали результаты наших опытов, образование водопрочной структуры при различных способах обработки почвы и дозах внесения ТНК происходило по - разному в различных слоях почвы. На контрольном варианте в слое 0...20 см содержание водопрочных агрегатов составило 47,0 %, а в слое 20...30 см – 29,8 % при среднем значении по профилю - 38,4 %, в вариантах с обычной и дисковой обработкой почвы в верхнем горизонте - 49,9 и 51,3 %, в нижнем – 31,2 % при среднем значении - 40,6 и 41,3 %, а по глубокой запашке компоста двухъярусным плугом в целом по дозам компоста в верхнем слое сформировалось 52,7 % водопрочных агрегатов, в нижнем - 20...30 см – 35,4 % при усредненном их значении – 44,1 % (табл.2), что выше показателя контрольной делянки на 5,7 %, обычной запашки – на 3,5 % и дискования – на 2,8 %. При ярусной обработке почвы изменения по дозам компоста составили: от 55,4 % (140 т/га) до 50,6 % (60 т/га) или 4,8 % в верхнем слое и от 38,0 до 35,4 % или 2,6 % в нижнем слое соответственно. Вероятно, на контроле, при традиционной и дисковой обработках, увеличение водопрочной структуры происходило из-за меньшего давления движителей сельскохозяйственных

машин и орудий на этот горизонт и вымывания с верхнего слоя в нижний гуминовых кислот, которые склеивают частицы почвы в агрегаты.

В нашем эксперименте плотность почвы в различных слоях зависела от способа её обработки и доз органического удобрения. На контроле и по дисковой обработке в слое 0...20 см она составила 1,28 г/см³, в слое 20-30 см – 1,46 г/см³. При традиционной заделке компоста 100 т/га и ярусной 60 т/га плотность соответствовала 1,26 г/см³ в верхнем слое и 1,41 и 1,35 г/см³ в нижнем соответственно. При глубокой заделке компоста в нижний слой почвы ярусным плугом происходит снижение плотности почвы из-за обработки данного слоя. Кроме того, компост, оказавшись в нижнем слое, играет роль буфера против уплотнения. И не случайно, при запашке 140 т/га ярусным плугом в слое 0...20 см плотность составила 1,23, 20...30 см – 1,32 г/см³, а при внесении 100 и 70 т/га - 1,25 в верхнем и 1,33 г/см³ в нижнем слоях (табл.2).

С плотностью и содержанием водопрочной структуры тесно связана общая пористость почвы, которая формируется в основном обработкой. Как показывают данные таблицы 2, пористость заметно отличается по изучаемым горизонтам.

Таблица 2 - Агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы при разных дозах и способах заделки компоста (среднее за 2007-2013гг.)

Способ обработки почвы – доза ТНК, т/га	Водопрочная структура, %	Плотность почвы, г/см ³	Общая пористость, %	Содержание глыб на м ² *, %	Влажность, %
ПН-4-35 - 0	47,0	1,28	51,1	14,4	14,2
	29,8	1,44	45,0		15,7
ПН-4-35-100	51,3	1,26	52,0	12,8	14,6
	31,8	1,41	46,2		16,1
ПЯ-3-35 - 140	55,4	1,23	53,1	11,5	15,1
	38,0	1,32	49,4		17,3
ПЯ-3-35 -100	53,1	1,25	52,3	11,9	14,7
	35,8	1,33	49,2		16,6
ПЯ-3-35 -70	51,7	1,25	52,3	12,4	14,6
	33,9	1,33	49,2		16,3
ПЯ-3-35- 60	50,6	1,26	52,0	12,6	14,4
	33,9	1,35	48,5		16,3
БДТ-3 -100	49,9	1,28	51,1	13,7	14,7
	31,1	1,46	44,3		16,1

Примечание. В числителе – слой почвы 0...20 см, в знаменателе -20...30 см., *- 0-10см

В верхней части она выше по сравнению с нижней по всем системам обработки почвы и варьирует от 51,1 % по дискованию и на контроле до 53,1 % по ярусной запашке 140 т/га ПЯ-3-35. В нижнем слое почвы при внесении 140, 100 и 70 т/га пористость составила в среднем 49,1 %, что больше контроля на 4,1 %, обычной вспашки – на 2,5 % и дисковой обработки – на 4,8 %.

В соответствии с агрономическими требованиями после предпосевной обработки на поверхности почвы не должно содержаться более 15 % глыб. Глыбистость поверхности зависит не только от физической спелости почвы, а также от уплотненности и используемых орудий для обработки почвы. При применении для обработки почвы орудий с интенсивными рабочими органами она, как правило, снижается. В наших исследованиях глыбистость поверхности почвы соответствовала агротехническим требованиям. При дисковании и на контроле она была выше, чем в других вариантах - 13,7 % и 14,4 % соответственно. В остальных вариантах различия были незначительными и варьировали от 11,5 % при запашке 140 т/га ПЯ-3-35 и до 12,8 % при запашке 100 т/га обычным плугом.

С плотностью сложения почвы и содержанием водопрочной структуры тесно связана пористость аэрации, регулируемая обработками почвы. В структурной почве поддерживается наиболее благоприятное соотношение между объемом твердой фазы и пористостью. Для дерново-подзолистых почв это соотношение равно 50:50. Пористость изучаемого нами слоя почвы мало зависела от обработок. Если при дискования и на контроле она равнялась 49,2 и 49,6 %, то по обычной запашке компоста – 50 %. Глубокая запашка компоста улучшила пористость аэрации, но незначительно - до 50,8 % при дозе 60 т/га и 51,5 % при 140 т/га.

Различия во влажности почвы по вариантам были незначительными, она во многом определялась запасами в почве и летними осадками. На контроле, при дисковании, обычной и ярусной запашке 70 и 60 т/га ТНК влажность не превышала 15,5 %. При увеличении доз вносимого органического удобрения до 140 и 100 т/га ярусным плугом влажность возросла до 16,2 и 15,7 %. Установлено, что влаги в верхнем слое было меньше, чем в нижнем. Видимо, часть осадков просачивалась вниз и оттуда меньше тратилась на испарение, чем с верхней части. Кроме того, основная масса корней всегда располагается в слое 0...20 см и тем самым больше потребляют влаги на формирование урожая.

Лучшие условия для роста и развития растений, созданные при глубокой запашке компоста, обеспечили относительно высокую продуктивность пашни и более высокое качество произведенной продукции. В таблице 3 показаны количественные и качественные показатели кормовых культур.

По глубокой запашке компоста в целом выше урожайность и качество продукции. В вариантах глубокой ярусной обработки средний урожай горохоовсяной смеси составил 5,25 т/га, в то время как на контроле - 4,56, по обычной вспашке – 4,98, по дискованию – 5,05 т/га, викоовсяной смеси - 4,40, 3,93, 4,12, 4,06 и рапса ярового – 2,57, 2,43, 2,55 и 2,51 соответственно. Содержание сухой массы в урожае у горохоовсяной смеси было выше при глубокой ярусной обработке и высоких дозах ТНК 100 и 140 т/га – 21,6 и 21,9 %, а также при обычной вспашке и дозе компоста -100 т/га (21,3 %), а в остальных вариантах колебания были незначительными.

Таблица 3 - Урожайность и качество кормовых культур на сено (2007-2013 гг.)

Варианты опыта	Урожайность АСМ, т/га	Сухая масса, %	ОЭ ГДЖ/га	Сырой белок, %	Сахара, %	Клетчатка, %	Каротин, мг/кг	Зола, жир %	Нитраты, мг/кг
Горохоовсяная смесь (среднее за 2 года)									
ПН-4-35-0	4,56	20,1	45,6	12,4	2,9	30,0	21,4	5,5	128
ПН-4-35-100	4,98	21,3	49,8	14,5	3,46	28,2	24,6	6,0	151
ПЯ-3-35 -140	5,63	21,9	56,3	15,6	3,26	27,3	26,4	6,4	152
ПЯ-3-35 -100	5,27	21,6	52,7	14,9	3,16	28,2	25,8	6,1	148
ПЯ-3-35 -70	5,17	20,8	51,7	14,2	3,10	28,0	25,3	5,9	143
ПЯ-3-35-60	4,93	20,6	49,3	13,6	3,04	28,5	24,9	5,8	135
БДТ-3-100	5,05	20,3	50,5	14,4	3,21	28,2	24,8	6,3	167
Вика с овсом									
ПН-4-35-0	3,93	19,8	39,3	15,4	2,12	30,3	23,6	5,3	130
ПН-4-35-100	4,12	20,5	41,2	16,9	2,43	26,4	29,7	6,2	137
ПЯ-3-35 -140	4,66	21,1	46,6	18,3	2,59	24,7	32,5	6,0	164
ПЯ-3-35 -100	4,43	20,9	44,3	17,1	2,54	25,8	31,6	5,9	159
ПЯ-3-35 -70	4,33	20,4	43,3	16,7	2,42	26,2	29,8	5,7	156
ПЯ-3-35-60	4,20	20,2	42,0	16,4	2,41	26,8	29,3	5,6	151
БДТ-3-100	4,06	20,0	16,24	16,2	2,36	27,3	24,8	6,3	144

Рапс яровой на зеленый корм									
ПН-4-35-0	2,43	11,8	24,3	18,1	15,7	19,9	25,6	5,0	128
ПН-4-35-100	2,55	12,4	25,5	21,8	16,2	18,6	28,1	6,1	137
ПЯ-3-35 -140	2,64	12,8	26,4	23,7	16,8	17,7	29,3	6,5	149
ПЯ-3-35 -100	2,59	12,6	25,9	22,9	16,5	18,2	28,7	6,3	145
ПЯ-3-35 -70	2,53	12,4	25,3	22,1	16,2	18,7	28,1	6,2	139
ПЯ-3-35-60	2,53	12,4	25,3	21,6	16,1	18,9	20,0	6,1	130
БДТ-3-100	2,51	12,5	25,1	21,4	15,9	19,1	28,3	5,8	167

Примечание. У рапса вместо золы показан жир, АСМ – абсолютно сухая масса.

У викоовсяной смеси и рапса в урожае сухой массы содержалось меньше, хотя закономерности по вариантам были аналогичными. Наименьшее количество сухой массы отмечено у рапса. В прямой зависимости от сбора урожая находилось содержание обменной энергии в кормовых культурах. Больше всего ее содержалась в урожае горохоовсяной смеси при запашке 140 т/га 56,3 ГДж/га, а меньше на контрольном варианте – 45,6 ГДж/га. Викоовсяные смеси и рапс на зеленый корм уступали горохоовсяной смеси по концентрации обменной энергии. Общие закономерности изменения концентрации обменной энергии по вариантам опыта оставались такими же, как и по сухой массе. Больше сырого белка обнаружено в растениях рапса на зеленый корм, меньше - горохоовсяной смеси. Максимальное содержание сырого белка отмечено в вариантах ярусной обработки при внесении 140 и 100 т/га компоста по всем культурам от 23,7 и 22,9 % у рапса до 15,6 и 14,9 % у горохоовсяной смеси.

Максимальное количество сахаров содержалось в рапсе до 16,8 %, существенно уступали ему как горохоовсяные смеси до 3,46 %, так и викоовсяные – 2,59 %. Наименьшее содержание клетчатки отмечено у рапса – 17,7 до 19,9 %, а у смесей её содержалась значительно больше. По содержанию каротина, золы и нитратов явных закономерностей не обнаружено. Содержание нитратов во всех изученных вариантах находилось в предельно допустимых нормах.

Как было уже отмечено ранее, по глубокой ярусной запашке компоста значительно улучшились агрохимические и агрофизические свойства почвы, что привело к увеличению кормовой продуктивности севооборота и сборов переваримого протеина (табл. 4).

Таблица 4 - Продуктивность кормового севооборота и обеспеченность переваримым протеином (2007-2013 гг.)

Культура севооборота	Вариант опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
1.Горох с овсом, сено	<u>4,44</u> 484	<u>4,81</u> 539	<u>5,24</u> 618	<u>4,83</u> 561	<u>4,80</u> 538	<u>4,62</u> 522	<u>5,03</u> 563
2.Оз. рожь и рапс яровой, зеленый корм	<u>4,74</u> 611	<u>50,8</u> 691	<u>54,5</u> 818	<u>51,9</u> 727	<u>50,9</u> 692	<u>46,9</u> 628	<u>50,7</u> 715
3.Овес на зерно и солома	<u>3,57</u> 292	<u>4,18</u> 365	<u>4,68</u> 470	<u>4,64</u> 431	<u>4,30</u> 390	<u>4,18</u> 369	<u>4,37</u> 393
4.Клевер, сено	<u>4,60</u> 598	<u>5,62</u> 758	<u>6,42</u> 965	<u>6,05</u> 895	<u>6,03</u> 886	<u>5,87</u> 792	<u>5,55</u> 799
5.Картофель	<u>3,70</u> 163	<u>4,31</u> 190	<u>5,52</u> 243	<u>4,60</u> 392	<u>4,53</u> 386	<u>4,40</u> 370	<u>3,94</u> 327
6.Горох с овсом, сено	<u>4,51</u> 487	<u>5,99</u> 677	<u>6,83</u> 840	<u>6,47</u> 744	<u>6,33</u> 722	<u>6,06</u> 684	<u>5,87</u> 646
7.Вика с овсом, сено	<u>3,93</u> 428	<u>4,12</u> 473	<u>4,66</u> 583	<u>4,43</u> 583	<u>4,33</u> 502	<u>4,20</u> 483	<u>4,66</u> 560



Выход на 1 га севооборотной площади	<u>29,5</u> 3064	<u>34,1</u> 4035	<u>36,9</u> 4536	<u>36,2</u> 4333	<u>35,4</u> 4116	<u>34,0</u> 3849	<u>34,5</u> 4003
Среднее	<u>4,21</u> 438	<u>4,87</u> 576	<u>5,27</u> 648	<u>5,17</u> 619	<u>5,06</u> 588	<u>4,85</u> 550	<u>4,92</u> 572
Приходится протеина на 1 корм. ед. г	104	118	123	120	116	113	116

Примечание. 1. ПН-4-35, 20...22 см, 0 т/га. 2. ПН-4-35, 20...22 см, 100 т/га. 3. ПЯ-3-35, 25...27 см, 140 т/га. 4. ПЯ-3-35, 25...27 см, 100 т/га. 5. ПЯ-3-35, 25...27 см, 70 т/га. 6. ПЯ-3-35, 25...27 см, 60 т/га. 7. БДТ-3, 15...17 см, 100 т/га. в числителе сбор кормовых единиц, тыс./га, в знаменателе — переваримый протеин, кг/га. $НСП_{05} = 0,18$ тыс./га кормовых единиц.

Максимальный выход кормовых единиц и сборы переваримого протеина обеспечили варианты ярусной обработки почвы с внесением 140 и 100 т/га ТНК – 36,9 и 36,2 тыс./га кормовых единиц и 4536 и 4333 кг/га перваримого протеина. Наименьшими эти показатели были на контроле, а в остальных вариантах различия оказались незначительными. По культурам севооборота наблюдали аналогичные закономерности. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином на всех вариантах соответствовала зоотехнической норме (110 г/к.е.), кроме контроля (104г/к.е.) и варьировала от 113 до 123 г/к.е.

Выводы. Таким образом, при глубокой заделке компоста ярусным плугом повысилось содержание гумуса на 8,1 т/га по сравнению с заделкой 100 т/га обычным плугом, количество дождевых червей в нижнем слое 20...30 см увеличилось на 10 экз., а в сравнении с контролем – на 14 экз./м², усилилось разложение льняной ткани соответственно на 6,9 % и на 12,7 %, а по отношению к дискованию – на 11,9 %. На вариантах глубокой обработки активнее продуцировалось СО₂. Ярусная запашка компоста увеличила содержание в почве водопрочной структуры в сравнении с контролем на 6,1 %, с дискованием – на 3,3 %, обычной запашкой – на 1,5 %. Содержание глыб на поверхности почвы на всех обработках соответствовало норме (15 %). Что касается влажности почвы, то здесь существенных различий не установлено, она зависела в основном от метеорологических условий вегетационных периодов. Урожайность, качество продукции и обеспеченность переваримым протеином при ярусной заделке компоста были выше. В вариантах глубокой ярусной обработки средний урожай горохоовсяной смеси составил 5,27 т/га, в то время как на контроле – 4,56, по обычной вспашке – 4,98, по дискованию – 5,05 т/га, викоовсяной смеси – 4,43, 3,93, 4,12, 4,06 и рапса ярового – 2,59, 2,43, 2,55 и 2,51 соответственно. При глубокой запашке компоста одновременно с повышением урожая улучшилась обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином, которая варьировала от 113 до 123 г/к.е. По обычной запашке и дискованию обеспеченность составила 118 и 116 г, а на контроле – 104 г/к.е.

Список используемой литературы

1. Демин А.И., Кравцов А.Я., Ушакова Л.И. и др. Прогнозирование продуктивности, затрат корма и потребность в кормах крупного рогатого скота исходя из новой энергетической системы оценки питательности кормов (Рекомендации). Иваново: НПЦ "Стимул", 1993.
2. Лобачева Т.И. Экономические аспекты развития кормопроизводства // Кормопроизводство. № 5. 2005. С 2-7.
3. Нарциссов В.П. О теоретических основах земледелия Нечерноземья // Земледелие. № 3. 1983. С. 18-20.
4. Саранин Е.К. и др. Контроль засоренности полей при биологизации земледелия // Земледелие, № 1, 1997. С. 33-36

5. Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества // Плодородие. 2021. № 3 (120). С. 93-98.
6. Хусайнов Х.А., Тунтаев А.В., Муртазалиев М.С., Муртазалиев С.М. Плодородие почвы в зависимости от приемов её обработки и внесения органических удобрений на черноземе типичном в Чеченской республике // Плодородие. 2019. № 5 (110). С. 24-27.
7. Понкратенкова И.В., Гаврилова А.Ю., Мерзлая Г.Е., Волошин С.П. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2019. № 7 (186). С. 39-44.
8. Анкудович Ю.Н. Эффективность длительного систематического внесения удобрений в зернотравяном севообороте на дерново-подзолистых почвах севера Томской области // Земледелие. 2018. № 2. С. 37-40.
9. Вильямс В.Р. Собрание сочинений. Т 3, М.: Сельхозиздат, 1949.
10. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980.
11. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. М., изд-во АН СССР, 1963.
12. Фокин А.Д. Органическое вещество и проблема плодородия почв. Сб. тр. М., 1990. С.41-50.
13. Коренев В.Б., Воробьева Л.А. Урожайность культур севооборота при длительном применении удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 2. С. 55-57.
14. Чеботарёв Н.Т., Юдин А.А., Конкин П.И., Булатова Н.В. Эффективность длительного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве // Кормопроизводство. 2018. № 11. С. 19-22.
15. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964.
16. Долгов С.И., Модина С.А. О некоторых закономерностях зависимости урожайности с.-х. культур от плотности почвы // Теоретические вопросы обработки почв. Сб. тр. Вып.2 Л.: Гидрометеоиздат, 1969. С-53-58.
17. Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеоиздат, 1988.

References

1. Demin A.I., Kravtsov A.Ya., Ushakova L.I. i dr. Prognozirovanie produktivnosti, zatrat korma i potrebnost v kormakh krupnogo rogatogo skota iskhodya iz novoy energeticheskoy sistemy otsenki pitatel'nosti kormov (Rekomendatsii). Ivanovo: NPTs "Stimul", 1993.
2. Lobacheva T.I. Ekonomicheskie aspekty razvitiya kormoproizvodstva // Kormoproizvodstvo. № 5. 2005. S 2-7.
3. Nartsissov V.P. O teoreticheskikh osnovakh zemledeliya Nechernozemya //Zemledelie. № 3. 1983. S 18-20.
4. Saranin Ye.K. i dr. Kontrol zasorennosti poley pri biologizatsii zemledeliya // Zemledelie, № 1, 1997. S.33-36
5. Lukin S.M., Zolkina Ye.I., Marchuk Ye.V. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobreniy na produktivnost sevooborota, sodержание i kachestvennyy sostav organicheskogo veshchestva // Plodorodie. 2021. № 3 (120). S. 93-98.
6. Khusaynov Kh.A., Tuntaev A.V., Murtazaliev M.S., Murtazaliev S.M. Plodorodie pochvy v zavisimosti ot priemov ee obrabotki i vneseniya organicheskikh udobreniy na chernozeme tipichnom v Chenchenskoy respublike // Plodorodie. 2019. № 5 (110). S. 24-27.
7. Ponkratenkova I.V., Gavrilova A.Yu., Merzlaya G.Ye., Voloshin S.P. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya organicheskikh i mineralnykh udobreniy na urozhaynost i kachestvo yarovoy pshenitsy // Agrarnyy vestnik Urala. 2019. № 7 (186). S. 39-44.
8. Ankudovich Yu.N. Effektivnost dlitel'nogo sistematicheskogo vneseniya udobreniy v zernotravya-



nom sevooborote na dernovo-podzolistykh pochvakh severa Tomskoy oblasti // Zemledelie. 2018. № 2. S. 37-40.

9. Vilyams V.R. Sobranie sochineniy. T 3, M.: Selkhozizdat, 1949.

10. Aleksandrova L.N. Organicheskoe veshchestvo pochvy i protsessy ego transformatsii. L.: Nauka, 1980.

11. Kononova M.M. Organicheskoe veshchestvo pochvy. M., izd-vo ANSSSR, 1963.

12. Fokin A.D. Organicheskoe veshchestvo i problema plodorodiya pochv. Sb. tr. M., 1990. S.41-50.

13. Korenev V.B., Vorobeva L.A. Urozhaynost kultur sevooborota pri dlitelnom primenении удобрений // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. T. 32. № 2. S. 55-57.

14. Chebotarev N.T., Yudin A.A., Konkin P.I., Bulatova N.V. Effektivnost dlitelnogo primeneniya удобрений v kormovom sevooborote na dernovo-podzolistoy pochve // Kormoproizvodstvo. 2018. № 11. S. 19-22.

15. Stankov N.Z. Kornevaya sistema polevykh kultur. M.: Kolos, 1964.

16. Dolgov S.I., Modina S.A. O nekotorykh zakonomernostyakh zavisimosti urozhaynosti s.-kh. kultur ot plotnosti pochvy // Teoreticheskie voprosy obrabotki pochv. Sb. tr. Vyp.2 L.: Gidrometeoizdat, 1969. S-53-58.

17. Kobak K.I. Bioticheskie komponenty uglerodnogo tsikla. L.: Gidrometeoizdat, 1988.