

**Редакционная коллегия:**

Д. А. Рябов, главный редактор, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор (Иваново);
Н. А. Балакирев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
В. С. Буяров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Орел);
А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Самара);
М. С. Волхонов, доктор технических наук, профессор (Кострома);
Л. В. Воронова, кандидат экономических наук, профессор (Ярославль);
И. Л. Воротников, доктор экономических наук, профессор (Саратов);
Д. О. Дмитриев, кандидат экономических наук, доцент (Иваново);
А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);
Л. И. Ильин, кандидат экономических наук (Суздаль, Владимирская область);
А. Ш. Иргашев, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);
В. А. Исайчев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН (Ульяновск);
А. В. Колесников, доктор экономических наук, профессор (Белгород);
В. В. Комиссаров, ответственный редактор, доктор исторических наук, профессор (Иваново);
Г. Н. Корнев, доктор экономических 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, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);
И. Я. Пигорев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Курск);
В. А. Пономарев, доктор биологических наук, профессор (Иваново);
В. В. Пронин, доктор биологических наук, профессор (Иваново);
С. А. Родимцев, доктор технических наук, доцент (Орел);
В. А. Смелик, доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург);
А. А. Соловьев, ответственный секретарь, доктор исторических наук, профессор (Иваново);
Н. П. Сударев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Тверь);
А. Л. Тарасов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Иваново);
В. Е. Торилов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Брянск);
В. Г. Турков, доктор ветеринарных наук, профессор (Иваново);
Е. А. Фирсова, доктор экономических наук, профессор (Тверь).

Журнал зарегистрирован федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-49989 от 23 мая 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 (в редакции от 01.01.2019), по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

05.00.00 Технические науки:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);

06.00.00 Сельскохозяйственные науки:

06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки);
06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки);

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния:

06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки);
06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки);
06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

AGRARIAN JOURNAL OF UPPER VOLGA REGION

2019. № 1 (26)

Constitutor and Publisher: Ivanovo State Agricultural Academy

Editorial Staff:

D.A. Ryabov, Editor-in-chief, Prof., Cand of Sc., Agriculture (Ivanovo);
N.A. Balakirev, Academician of the Russian Academy of Sciences, prof, Dr. of Sc., Agriculture (Moscow);
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);
L.V. Voronova, Prof., Cand of Sc., Economics (Yaroslavl);
I.L. Vorotnikov, Professor, Doctor of Sc., Economics (Saratov);
D.O. Dmitriev, Assoc. Prof., Cand of Sc., Economics (Ivanovo);
A.A. Zavalin, Academician of the Russian Academy of Sciences, prof, Dr. of Sc., Agriculture (Moscow);
L.I. Ilyin, Cand of Sc., Economics (Suzdal, Vladimirskaya region)
A.Sh. Irgashev, Prof., Dr. of Sc., Veterinary (Bishkek, Kyrgyzstan);
V.A. Isaitchev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (Ulyanovsk);
A.V. Kolesnikov, Prof., Dr. of Sc., Economics (Belgorod)
V. V. Komissarov, Prof., Dr. of Sc., History, Executive Secretary (Ivanovo);
G. N. Kornev, Prof., Dr. of Sc., Economics (Ivanovo);
E.N. Kryuchkova, Prof, Dr. of Sc., Veterinary (Ivanovo);
N.V. Mukhanov, Assoc. Prof., Cand of Sc., Engineering (Ivanovo);
D.K. Nekrasov, Prof., Dr. of Sc., Agriculture (Ivanovo);
R.Z. Nurgaziev, Prof., Dr. of Sc., Veterinary, the Corresponding Member of Kyrgyz National Academy of Science (Bishkek, Kyrgyzstan);
I.Ya. Pigorev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Kursk);
V.A. Ponomarev, Prof., Dr. of Sc., Biology (Ivanovo);
V.V. Pronin, Prof, Dr. of Sc., Biology (Ivanovo);
S.A. Rodimtsev, Assoc. prof., Doctor of Sc., Engineering (Oryol);
V.A. Smelik, Prof., Dr of Sc., Engineering (Saint-Petersburg)
A.A. Solovyev, Prof., Cand. of Sc., History, Executive Secretary (Ivanovo);
N.P. Sudarev, Prof., Dr. of Sc., Agriculture (Tver);
A.L. Tarasov, Assoc. Prof., Cand. Of Sc., Agriculture (Ivanovo);
V.E. Torikov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Bryansk);
V.G. Turkov, Prof, Dr. of Sc., Veterinary (Ivanovo);
E.A. Firsova, Professor, Doctor of Sc., Economics (Tver).

Technical Editor: M.S. Sokolova.

Corrector: N.F. Skokan.

Translator: A.I. Kolesnikova.

Format 60x84 1/8 Circulation: 500 Order № 2453

Certificate of media outlet registration PI № FS77-49989 of 23 May, 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 (issued on 01.01.2019) in the following disciplines and their respective fields of science:

05.00.00 Technical sciences:

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences);

05.20.03 - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (technical sciences);

06.00.00 Agricultural sciences:

06.01.01 - General agriculture crop (agricultural sciences);

06.01.04 - Agrochemistry (agricultural sciences);

06.02.00 Veterinary and Zootechny:

06.02.01 - Diagnostics of diseases and animal therapy, pathology, oncology and animal morphology (veterinary sciences);

06.02.07 - Breeding, selection and genetics of farm animals (agricultural sciences);

06.02.07 - Special animal husbandry, technology of production of livestock products (agricultural sciences)



СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

Бородий С.А., Бородий П.С. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТИВНОГО ПОБЕГА ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>TANASETUM VULGARE</i> L.) ДЛЯ ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУРНЫХ ПЛАНТАЦИЙ, ЗАЛОЖЕННЫХ ПОСЕВОМ СЕМЯН.....	5
Лощинина А.Э., Борин А.А. ВЗАИМОСВЯЗЬ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ЕЁ БИОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И УРОЖАЙНОСТЬЮ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА.....	12
Сарычев А.Н. СПОСОБЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ СВЕТО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД ЗАЩИТОЙ ЛЕСНЫХ ПОЛОС.....	18
Власова Е.В., Охотникова М.А. ОЦЕНКА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ У ОБРАЗЦОВ <i>LUPINUS ANGUSTIFOLIUS</i> L. SAMPLES.....	27
Мельцаев И.Г. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ЗАДЕЛКИ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ЕЁ ПРОДУКТИВНОСТЬ.....	31
Алибеков М. Б., Савоськина О. А., Кудрявцев Н. А., Зайцева Л. А. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, ФУНГИЦИДОВ, ГЕРБИЦИДОВ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ В ЛЬНОВОДСТВЕ.....	36

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Архипова Е.Н., Алексеева С.А. Корнева Г.В. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И МОРФОЛОГИЯ ПЕЧЕНИ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ВЫПАИВАНИИ КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА.....	43
Ходов В.И., Абылкасымов Д., Сударев Н.П., Сударева Е. А. РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА МНОГОПЛОДИЯ И СКОРОСПЕЛОСТИ ОВЕЦ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ.....	48
Маннова М. С., Якименко Н. Н., Клетикова Л. В. ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА У МЕЛКИХ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ С ПОМОЩЬЮ ЖЁСТКОГО ЭНДОСКОПА VISUAL EARPICK HD 3-IN-1 В ПРАКТИКЕ ВЕТЕРИНАРНОГО ВРАЧА.....	53
Балакирев Н. А., Фейзуллаев Ф. Р., Гончаров В. Д., Селина М. В. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ОВЦЕВОДСТВА РОССИИ.....	58
Буяров В. С., Юшкова Ю. А., Буяров А. В. РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	63

ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

Киприянов Ф.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	70
Колобов М.Ю., Колобова В.В. ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РАЗГОННЫХ ЛОПАТОК СМЕСИТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	75
Терентьев В. В., Аكوпова О. Б., Телегин И. А., Ельникова Л.В., Парунова Ю.М. СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КАРБОКСИЛАТОВ МЕДИ И ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	79
Сбитнев Е. А., Осокин В. Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ В ТОЧКАХ РАЗДЕЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	85

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Забелина Н.В. СОЦИАЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ.....	91
Прасолова Л. В., Бочарова А. А. КЛЮЧЕВЫЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛАСТЕРНЫХ ИНИЦИАТИВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	97
Конкина В. С. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА НА МОЛОЧНОМ РЫНКЕ....	103
Мансуров Р. Е. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПОДКОМПЛЕКСА РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ВЫРАБОТКЕ БИОГАЗА ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА САХАРНОГО ЗАВОДА.....	113

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Балдин К. Е. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЗЕМСТВ ВЛАДИМИРСКОЙ ГУБЕРНИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ КОРМОВЫХ ТРАВ В КРЕСТЬЯНСКОЕ ХОЗЯЙСТВО В НАЧАЛЕ XX В.	122
Колесникова А. И. ВНЕАУДИТОРНОЕ ЧТЕНИЕ ТЕКСТОВ КАК ФОРМА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ.....	132
Комиссаров В.В. ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОГО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА СТРАНИЦАХ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ПЕЧАТИ В 1960–1970-е ГГ.	138
Рефераты.....	145
Список авторов.....	156



CONTENTS

AGRONOMY

Borodiy S. A., Borodiy P. S. A MATHEMATICAL MODEL OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF TANACETUM VULGARE GENERATIVE SHOOT TO FORECAST THE YIELD OF CULTIVATED PLANTATIONS LAID BY SOWING SEEDS.....	5
Loshchinina A.E., Borin A.A. RELATIONSHIP OF TILLAGE WITH BIOLOGICAL PROPERTIES AND CROP ROTATION...	12
Sarychev A. N. THE WAYS OF LIGHT-CHESTNUT SOIL MAIN TILLAGE IN THE CULTIVATION OF SPRING BARLEY UNDER THE PROTECTION OF SHELTERBELTS.....	18
Vlasova E.V., Okhotnikova M.A. EVALUATION OF LEAF WATER HOLDING CAPACITY OF LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L. SAMPLES.....	27
Meltsaev I.G. THE INFLUENCE OF INCORPORATION METHODS OF ORGANIC FERTILIZER ON SOIL FERTILITY AND PRODUCTIVITY.....	31
Alibekov M.B., Savoskina O.A., Kudryavtsev N.A., Zaitseva L.A. POSSIBILITIES AND PROBLEMS OF APPLICATION OF GROWTH REGULATORS, FUNGICIDES, HERBICIDES AND THEIR MIXTURES IN FLAX CULTIVATION.....	36

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY

Arkhipova E.N., Alekseeva S.A., Korneva G.V. BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS AND MORPHOLOGY OF THE LIVER OF LAYING HENS WHEN WATERING COLLOIDAL SILVER.....	43
Khodov V.I., Abylkasymov D., Sudarev N.P., Sudareva E.A. REALIZATION OF THE POTENTIAL OF MULTIPLE PREGNANCY AND PRECOCITY OF ROMANOV BREED SHEEP	48
Mannova M.S., Yakimenko N.N., Kletikova L.V. ENDOSCOPIC DIAGNOSIS IN SMALL ANIMALS USING A RIGID ENDOSCOPE VISUAL EARPICK HD 3-IN-1 IN VETERINARIAN PRACTICE.....	53
Balakirev N.A., Feizullaev F.R., Goncharov V.D., Selina M.V. STATUS AND PROSPECTS OF SHEEP BREEDING DEVELOPMENT IN RUSSIA.....	58
Buyarov V.S., Yushkova Yu. A., Buyarov A.V. RESERVES OF INCREASE IN COMMERCIAL AQUACULTURE EFFICIENCY.....	63

ENGINEERING AGROINDUSTRIAL SCIENCE

Kipriyanov F.A. THE USING OF DIGITAL TECHNOLOGIES UNDER ESTIMATING CLIMATE CONDITIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION.....	70
Kolobov M. Yu., Kolobova V.V. DURABILITY OF BOOSTER BLADES OF THE CONTINUOUS WORKING MIXER.....	75
Terentyev V. V., Akopova O. B., Telegin I. A., Elnikova L. V., Parunova Yu. M. SPECTRAL PROPERTIES OF COPPER CARBOXYLATES AND THEIR APPLICATION IN FRICTION UNITS OF AGRICULTURAL MACHINERY.....	79
Sbitnev E. A., Osokin V. L. INVESTIGATION OF VOLTAGE FLUCTUATIONS AT THE POINTS OF ELECTRICAL NETWORK DIVISION ON AN AGRICULTURAL ENTERPRISE.....	85

ECONOMIC SCIENCES

Zabelina N.V. SOCIAL INFRASTRUCTURE OF RURAL TERRITORIES: THE POSSIBILITIES OF INTEGRATED ASSESSMENT.....	91
PRASOLOVA L.V., BOCHAROVA A.A. KEY RISKS RELATED TO IMPLEMENTATION OF REGIONAL CLUSTER INITIATIVES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX OF TYUMEN REGION.....	97
Konkina V.S. IMPORT SUBSTITUTION AND REALIZATION OF EXPORT POTENTIAL ON DAIRY MARKET.....	103
Mansurov R. E. TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF SUGAR BEET SUBCOMPLEX PROSPECTS FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS FROM SUGAR BEET PULP IN RYAZAN REGION	113

HUMANITIES

Baldin K.E. ACTIVITY OF ZEMSTVO OF VLADIMIR PROVINCE ON INTRODUCTION OF FODDER GRASSES INTO A PEASANT ECONOMY AT THE BEGINNING OF XX CENTURY.....	122
Kolesnikova A.I. EXTRACURRICULAR READING AS A FORM OF SELF-STUDIES IN LEARNING FOREIGN LANGUAGE AT NON-LINGUISTIC HIGH SCHOOL.....	132
Komissarov V. V. THE PROBLEM OF SOVIET AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ON THE PAGES OF POPULAR SCIENTIFIC PRESS IN THE 1960-1970 S.....	138
Summaries	145
List of authors	156

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ГЕНЕРАТИВНОГО ПОБЕГА ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*TANACETUM VULGARE L.*)
ДЛЯ ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУРНЫХ ПЛАНТАЦИЙ, ЗАЛОЖЕННЫХ
ПОСЕВОМ СЕМЯН**

Бородий С.А., ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;
Бородий П.С., ФГБУ «Костромская государственная станция агрохимического обслуживания
сельского хозяйства».

Предмет исследования — культурная плантация пижмы обыкновенной. Цель исследований — разработать математическую модель прогноза урожайности культурных плантаций пижмы обыкновенной, заложенных посевом семян. Исследования проводились в 2013...2015 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая, содержание гумуса 1,85 %, P_2O_5 — 135,33, K_2O — 107,17 мг/кг почвы, $pH_{сол}$ 5,41. Семена урожая 2012 г. получены из перезимовавших в полевых условиях соцветий дикорастущей ценопопуляции весной 2013 г. Масса 1000 семян 0,13 г., всхожесть 59,50 %. Посев с междурядьями 0,70 м, в борозды глубиной 0,04...0,05 м без заделки семян. Норма высева 5,90 тыс. всхожих семян на 1 га. Уход за посевами включал междурядные обработки на глубину 0,02...0,03 м. Установлено, что погрешность прогноза календарного срока начала сбора соцветий не превышала двух суток. Динамика высоты побега прогнозировалась с точностью 90,83...97,91 %. Разработанные математические модели прогноза динамики роста фитоорганов работали с точностью: надземная общая фитомасса — 92,19...98,55 %; надземная активная фитомасса — 96,90... 96,91 %; масса листьев — 97,01... 99,96 %; масса стебля — 94,39... 99,55 %; масса генеративных органов (соцветий) — 86,79... 92,5 %, отмершая фитомасса — 49,88... 90,25 %. Урожайность соцветий и побочной продукции рассчитывается как произведение прогноза массы фитоорганов на количество генеративных побегов на единице площади. Высокая точность работы моделей позволяет рассчитать прогноз урожайности плантации за 2...3 месяца до начала сбора лекарственного сырья.

Ключевые слова: пижма обыкновенная, *Tanacetum vulgare L.*, динамика продуктивности побега, прогноз урожайности, математическая модель.

Для цитирования: Бородий С.А., Бородий П.С. Математическая модель морфометрических параметров генеративного побега пижмы обыкновенной (*Tanacetum Vulgare L.*) для прогноза урожайности культурных плантаций, заложенных посевом семян // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 5-11.

Введение. Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare L.*), соцветия которой применяются в официальной медицине [1], является рудеральным видом, поскольку обычно произрастает на антропогенно нарушенных территориях. Сбор в таких местах не допускается, поскольку лекарственное сырье с большой вероятностью может содержать различные поллютанты [2], что обуславливает необходимость выращивания пижмы в культуре. Однако производство и реали-

зация продукции культурных растений сопряжены с определенными проблемами, главными из которых являются заблаговременное планирование календарных сроков проведения технологических операций для управления ростовыми процессами, уборки и прогноза урожайности. Своевременный и достаточно точный прогноз динамики фенологических стадий и массы продукции обеспечит решение вышеперечисленных проблем, но для пижмы обыкно-

венной, выращиваемой в культуре, прогностические модели роста и развития отсутствуют.

Цель исследований. Цель исследований – разработать математическую модель прогноза урожайности культурных плантаций пижмы обыкновенной, заложенных посевом семян.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- изучить динамику морфометрических параметров надземных фитоорганов;
- разработать математические модели динамики высоты и массы фитоорганов побега в зависимости от суммарной энтальпии воздуха.

Методика исследований. Исследования проводились в 2013...2015 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Костромская ГСХА. Закладка вариантов полевого опыта произведена в 2013 году посевом семян 21 мая и 21 октября, что обеспечило в 2014 году возможность наблюдения за растениями второго и первого года жизни соответственно. Размер делянки 2,10х2,10 м. Учетная площадь делянки – 4,41 м². Повторность четырехкратная. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая, содержание гумуса 1,85 %, подвижного фосфора 135,33, обменного калия – 107,17 мг/кг почвы, pH_{сол} 5,41. Семена урожая 2012 г. получены из перезимовавших в полевых условиях соцветий дикорастущей ценопопуляции весной 2013 года. Масса 1000 семян 0,13 г., всхожесть 59,50 %. Посев проводился широкорядным способом с междурядьями 0,70 м, в предварительно нарезанные борозды глубиной 0,04...0,05 м без заделки семян в почву. Норма высева 5,90 тыс. всхожих семян на 1 га. Уход за посевами включал междурядные обработки на глубину 0,02...0,03 м.

Учет фенологических стадий развития растений проводился с интервалом 2 суток. Кодирование стадий выполнено с использованием столбальной шкалы (Код ВВСН) [3]. Учеты фитометрических параметров генеративного побега (высота, надземная общая и активная фитомасса, массы листьев, стебля, генеративных органов) проводились с интервалом 7 суток от весеннего отрастания до осеннего прекращения вегетации. Выборка включала 10 побегов, срезуемых в случайном порядке на уровне почвы в четырехкратной повторности с последующим измерением высоты. Для изучения динамики массы предварительно отделенные от побега

фитоорганы высушивали до влажности 13 % и взвешивали. Коэффициенты листьев, стеблей и генеративных органов рассчитывали как отношение их массы к надземной активной фитомассе побега [4]. Расчет и прогноз суммарной энтальпии воздуха проведен по методике, изложенной в [5]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена с использованием табличного процессора Excel 2003.

Верификацию точности работы рассчитанных моделей проводили в 2015 году по результатам эмпирических учетов в стадии вегетативного (шестой лист), начала генеративного (появление первых отдельных соцветий) и генеративного (полное цветение) роста и развития.

Результаты исследований. Фенологические стадии развития. В первый год жизни растения развивались медленно. Стадии цветения достигали только единичные особи, что отмечалось и предыдущими исследователями [1, 6]. Принимая в расчет цветущие и сформировавшие семена побеги, нами была рассчитана теплоемкость стадий развития растений первого года жизни (таблица 1).

Развитие растений второго года жизни происходило значительно быстрее, поскольку генеративные побеги отрастали из перезимовавших почек у основания корневой шейки. В результате исключались стадии 00...10 (от набухания семян до разворачивания зародышевого листа). Расчет суммарной энтальпии воздуха от устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха до наступления определенной стадии развития обеспечил возможность получить значение теплоемкости для генеративного побега растений второго года жизни. Известно, что скорость развития традиционно выращиваемых культурных растений (клевер, тимopheевка и др.) в первый год жизни замедлена, а от второго года и старше практически одинакова. По аналогии, для прогноза фенологических стадий пижмы старше второго года мы применили эмпирические данные суммарной энтальпии воздуха для двулетних растений. В результате отклонение фактического срока начала сбора соцветий (полное цветение) от прогнозируемого не превышало двух суток.

Ретроспективный расчёт, по данным предыдущих исследователей [6], полученных в Московской области (2005 г.), показал, что массовое цветение пижмы второго года жизни

наблюдалось при суммарной энтальпии воздуха 3761,41 КДж/кг, что совпадало с нашими данными (3713,63 КДж/кг), полученными для Костромской области в 2015 году.

Таким образом, рассчитанные значения суммарной энтальпии воздуха можно применить в производстве лекарственного сырья пижмы для прогноза стадий развития растений.

Таблица 1 – Тепломкость фенологических стадий развития пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) в культурной плантации, заложенной посевом семян

Код ВВСН	Фенологическая стадия развития	1 год жизни (2014 г.)	2 год жизни (эмпир. 2014 г. и прогноз на 2015г.)	3 год жизни (эмпир. в 2015г.)	Погрешность, КДж/кг	Погрешность, сутки
09	Гипокотиль выходит на поверхность почвы (всходы)	264,70	*	*	*	*
10	Зародышевый лист полностью развёртывается	363,43	*	*	*	*
13	Развернулся третий настоящий лист	536,37	*	*	*	*
14	Развернулся четвёртый настоящий лист	750,36	*	*	*	*
15	Развернулся пятый настоящий лист	*	264,70	*	*	*
16	Развернулся шестой настоящий лист	1050,11	536,37	886,62	350,25	10,00
17	Развернулся седьмой настоящий лист	1283,67	750,36	*	*	*
18	Развернулся восьмой настоящий лист	1592,81	1050,11	*	*	*
19	Развернулся девятый настоящий лист	1808,02	1283,67	*	*	*
51	Видна закладка растением соцветий	3363,03	1592,81	*	*	*
55	Появление первых отдельных соцветий (закрыты)	3713,63	2015,56	2256,92	241,36	5,00
58	Начало раскрытия соцветий	*	2214,75	*	*	*
59	Полное раскрытие соцветий	*	2500,54	*	*	*
61	Начало цветения: 10 % цветков открыты	4057,16	3060,13	*	*	*
65	Фаза полного цветения: 50 % цветков цветут	4407,71	3363,03	*	*	*
66	Фаза полного цветения: 60 % цветков цветут	4629,16	3713,63	3799,18	85,55	2,00
67	Отцветание: большинство лепестков опадают или засыхают	4879,92	4057,16	*	*	*
69	Окончание цветения, видна образовавшаяся завязь	*	4407,71	*	*	*
79	Достигнута видоспецифическая величина плода	*	4407,71	*	*	*
85	Продолжение видоспецифической окраски плода	*	4407,71	*	*	*
89	Полная спелость плодов	5073,28	4879,92	*	*	*
97	Части растения над поверхностью почвы отмерли	*	5073,28	*	*	*

Примечание: * — нет данных.

Динамика высоты побега. Высота побега увеличивалась до стадии начала цветения корзинок центрального «щитка», затем оставалась стабильной. Прогноз динамики высоты при за-

кладке плантации семенами весной удовлетворительно рассчитывался по следующей модели.

$$h_p = ((60,047 \cdot \ln C_p - 363,4)/100) + h$$
 (для диапазона C_p от 1050,00 до 3360,00 КДж/кг) (1)

$$h' = hf - ((60,047 \cdot \ln Cpf - 363,4)/100),$$

где h_p – прогнозируемая высота генеративного побега, м; h' – корректирующий коэффициент, м; hf – эмпирическая высота побега на момент учёта, м; Cp – суммарная энтальпия воздуха, КДж/кг;

Cpf – эмпирическая суммарная энтальпия воздуха на дату учёта, КДж/кг.

Прогноз высоты побега, рассчитанный по модели, показал высокое совпадение с эмпирически данными: для растений второго года жизни – 97,91 %, для третьего – 90,83 % (таблица 2)

Таблица 2 – Верификация модели прогноза высоты генеративного побега пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) в культурной плантации, заложенной посевом семян

Суммарная энтальпия воздуха, КДж/кг	Высота побега, м	
	Эмпирическая	Прогнозируемая
Растения второго года жизни (2014 г.)		
1050,11	0,54	0,54
1283,67	0,64	0,66
1592,81	0,76	0,79
1808,02	0,78	0,87
2015,56	0,83	0,93
2214,75	0,96	0,99
2500,54	1,02	1,06
3060,13	1,07	1,18
3363,03	1,12	1,24
R ²	0,9791	
Растения третьего года жизни (2015 г.)		
886,62	0,53	0,53
2256,92	1,31	1,09
3799,18	1,36	1,40
R ²	0,9083	

Динамика надземной общей фитомассы побега. Надземная общая фитомасса побега возрастала до стадии цветения. После этой стадии наблюдалось отмирание и усыхание вначале листьев, затем стеблей. Рассеивание созревших семян также способствовало снижению массы. Этот процесс описывается следующей системой функций.

$$Mo = 0,000004 \cdot Cp^{1,9298} \quad (\text{для диапазона } Cp \text{ от } 265,00 \text{ до } 2500,00 \text{ КДж/кг}) \quad (2)$$

$$Mo = 135707 \cdot Cp^{-1,1168} \quad (\text{для диапазона } Cp \text{ от } 2500,10 \text{ до } 5073,00 \text{ КДж/кг}),$$

где Mo – общая надземная фитомасса побега, г.

Прогноз Mo в зависимости от Cp рассчитывается по формуле:

$$Mo = f(Cp) + Mo' \quad (3)$$

$$Mo' = Mof - f(Cpf),$$

где Mo' – корректирующий коэффициент; Mof – эмпирическая общая надземная масса на момент учёта, г/побег; $f(Cp)$ – функция динамики воздушно-сухой (13 %) общей надземной фитомассы побега (см. (2)).

Верификация модели по данным 2014 года показала точность прогноза для растений второго года жизни на уровне 92,19 % (таблица 3). На следующий год тенденция подтвердилась. Корреляционный анализ показал хорошее совпадение эмпирических и прогнозируемых значений (98,55 %), что позволяет рекомендовать модель (2, 3) производству для прогноза динамики воздушно-сухой надземной общей фитомассы пижмы обыкновенной при закладке плантаций семенами.

Таблица 3 – Верификация модели прогноза надземной массы фитоорганов генеративного побега пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) в культурной плантации, заложённой семенами

Ср, КДж/кг	Надземная общая фи- томасса, г/побег		Надземная активная фитомасса, г/побег		Масса ли- стьев, г/побег		Масса стебля, г/побег		Масса со- цветий, г/побег		Надземная отмершая фитомасса, г/побег	
	эмп.	прог.	эмп.	прог.	эмп.	прог.	эмп.	прог.	эмп.	прог.	эмп.	прог.
Растения второго года жизни (2014 г.)												
264,70	0,23	0,23	0,23	0,23	0,20	0,22	0,03	0,02				
363,43	0,36	0,39	0,36	0,36	0,34	0,32	0,03	0,05				
536,37	0,57	0,78	0,57	0,57	0,50	0,45	0,08	0,12				
750,36	1,23	1,46	1,22	1,19	0,93	0,82	0,30	0,34			0,00	0,26
1050,11	2,67	2,75	2,59	2,50	1,35	1,49	1,24	0,89			0,09	0,25
1283,67	3,95	4,03	3,87	3,71	1,65	2,01	2,22	1,47			0,08	0,32
1592,81	6,64	6,09	6,47	6,14	2,84	2,98	3,63	2,70			0,17	0,00
1808,02	9,30	7,76	9,09	8,57	3,76	3,86	5,33	4,00			0,21	0,00
2015,56	7,04	9,57	6,82	6,38	2,67	2,69	4,10	3,12	0,06	0,07	0,22	3,18
2214,75	15,45	11,47	15,15	14,09	6,09	5,58	8,71	7,16	0,35	0,31	0,30	0,00
2500,54	11,32	14,48	11,06	10,20	3,70	3,70	6,79	5,44	0,56	0,52	0,26	4,29
3060,13	16,37	17,41	15,79	14,29	4,29	4,41	8,96	8,21	2,54	2,41	0,58	3,12
3363,03	15,77	15,67	14,95	13,40	3,16	3,79	7,88	7,96	3,91	2,73	0,82	2,27
3713,63	15,58	14,03	14,72	13,04	3,31	3,34	7,65	8,01	3,77	3,13	0,85	0,99
4057,16	12,32	12,72	11,07	9,69	1,90	2,25	6,10	6,13	3,07	2,64	1,25	3,02
4407,71	11,29	11,59	10,07	8,71	1,49	1,83	5,64	5,66	2,93	2,51	1,22	2,89
4629,16	11,21	10,98	7,21	6,19	0,96	1,22	3,70	4,08	2,55	1,71	4,00	4,79
4879,92	12,98	10,35	7,74	4,99	1,14	0,91	4,63	3,35	1,96	1,31	5,24	5,36
5073,28	9,57	9,92	7,54	3,84	1,09	0,66	4,51	2,61	1,94	0,97	2,03	6,07
R ²	0,9219		0,9690		0,9701		0,9439		0,9254		0,4988	
Растения третьего года жизни (2015 г.)												
886,62	1,96	1,96	1,88	1,90	1,01	1,22	0,87	0,61			0,08	0,06
2256,92	12,87	11,86	11,83	11,02	3,38	4,30	7,94	5,64	0,51	0,28	1,04	0,84
3799,18	16,90	13,65	15,61	12,05	2,43	3,01	9,73	7,46	3,45	2,99	1,29	1,60
R ²	0,9855		0,9691		0,9996		0,9955		-13,21*		0,9025	

Примечание: * — Погрешность прогноза в процентах от эмпирических значений.

При массовом обследовании плантаций с целью прогноза урожайности, когда для репрезентативности выборки требуется большое количество побегов, существенно возрастает трудоемкость последующего анализа, предполагающего измерение массы каждого фитооргана. Кроме того, предлагаемые модели рассчитаны на прогноз урожайности по фактической массе побега в ранневесенний период, когда еще не сформировались соцветия и нет отмерших фитоорганов.

Предыдущими исследованиями на других культурах [7] нами установлено, что в определенный момент времени масса каждого фитооргана представляет собой часть общей фитомассы побега и является динамической величиной, которую можно вычислить как функцию коэффициента массы. В результате при анализе исключается необходимость отделения от побега фитоорганов. Достаточно измерить надземную общую фитомассу и, умножив ее на предварительно рассчи-

танный коэффициент, получить прогноз массы заданного фитооргана в динамике по времени.

Динамика надземной активной фитомассы побега. Динамика коэффициента надземной активной фитомассы (Kdn) с точностью 95,42 % ($R^2 = 0,9542$) описывается функциями:

$Kdn = 1,00$ (для диапазона Cp менее 766,00 КДж/кг)

$Kdn = -0,00003 \cdot Cp + 0,9969$ (для диапазона Cp от 766,10 до 4579,00 КДж/кг) (4)

$Kdn = -0,0007 \cdot Cp + 4,0611$ (для диапазона Cp от 4579,10 до 5287,00 КДж/кг)

Для прогноза надземной активной фитомассы (Mn) прогнозируемая надземная общая масса побега (Mo) умножается на Kdn :

$$Mn = \dot{I}_o \cdot Kdn \quad (5)$$

Верификация модели показала точность работы в 2014 году 96,90 %. В 2015 году — 96,91 % (см. табл. 3). Следовательно, модель можно применять в производственных условиях для прогноза надземной активной фитомассы побега при заготовке всей надземной массы или для дальнейшего прогноза массы отдельных фитоорганов побега.

Динамика массы листьев побега. Масса листьев составляла долю от активной массы побега, изменяющуюся во времени. Варьирование коэффициента листьев (Kdl) (отношения массы листьев к надземной активной массе побега) с точностью 97,89 % аппроксимировано для культурных плантаций старше одного года логарифмической функцией.

$Kdl = -0,2701 \cdot \ln(Cp) + 2,4762$ (для диапазона Cp от 80,00 до 5300,00 КДж/кг) (6)

Для расчета массы листьев (Il) масса надземных активных фитоорганов (Mn) умножается на коэффициент Kdl .

$$Il = \dot{I}_n \cdot Kdl \quad (7)$$

Верификация модели, по данным 2014 года, показала точность прогноза массы листьев 97,01 %, а по данным 2015 г. — 99,96 % в (см. табл. 3), что обеспечивает возможность прогнозировать динамику воздушно-сухой массы листьев побега в условиях производства.

Динамика массы стебля побега. Динамика коэффициента стебля (Kds) аппроксимирована логарифмической функцией с точностью 92,81 %:

$Kds = 0,2058 \cdot \ln(Cp) - 1,077$ (для диапазона Cp от 202,00 до 5058,00 КДж/кг) (8)

Для прогноза массы стебля надземная активная фитомасса умножается на коэффициент стебля:

$$Ms = \dot{I}_n \cdot Kds \quad (9)$$

Верификация прогноза массы стебля для культурных растений в 2014 году 94,39 %, а в 2015 году — 99,55 %, что обеспечивает достаточную точность для применения модели в производственных условиях (см. табл. 3).

Динамика массы соцветий побега. Максимальная масса соцветий наблюдалась в фазе цветения — формирование плодов. В дальнейшем, при полном созревании, плоды осыпались и масса соцветий снижалась.

Коэффициент массы соцветий (Kdg) с точностью 95,05 % аппроксимирован следующей системой функций.

$Kdg = 2E - 25 \cdot Cp^{6,8887}$ (для диапазона Cp от 2015,00 до 2500,00 КДж/кг)

$Kdg = 0,3678 \cdot \ln(Cp) - 2,7833$ (для диапазона Cp от 2500,10 до 4057,00 КДж/кг) (10)

$Kdg = -0,267 \cdot \ln(Cp) + 2,5291$ (для диапазона Cp от 4057,10 до 5073,00 КДж/кг)

Для прогноза массы соцветий прогнозируемое значение активной надземной фитомассы умножается на прогнозируемый коэффициент массы соцветий:

$$Mg = \dot{I}_n \cdot Kdg \quad (11)$$

Точность прогноза массы соцветий для растений второго года жизни была на уровне 92,5 %, а для третьего — отклонение от прогноза находилось в допустимых для биологических моделей пределах (15,00...25,00 %) [8] и составило -13, 21 %, что обеспечивало достаточно точный прогноз массы соцветий побега для применения модели в производственных условиях (см. табл. 3).

Динамика отмершей массы побега. Динамика надземной отмершей фитомассы (листья, стебли, обертки соцветий) не используется в качестве лекарственного сырья и имеет значение только при расчете баланса поступления органического вещества для гумификации. Кроме того, часть отмерших листьев опадает в период между учетами, что обуславливает погрешность при анализе образцов. Тем не менее, мы сделали попытку рассчитать прогноз динамики отмершей фитомассы для наиболее полного описания ростовых процессов.

Прогноз количества отмершей фитомассы (Md) рассчитан как разница между прогнозиру-

емыми значениями Mo и Mn .

$$Md = Mo - Mn \quad (12)$$

В результате установлено удовлетворительное совпадение расчётных и эмпирических данных. Для генеративного побега растений второго года жизни оно было 49,88 %, а третьего – 90,25 % (см. табл. 3).

Заключение. Предлагаемые модели описывают динамику массы побега и его фитоорганов, но для сельскохозяйственного производства требуется знать урожайность плантации. Прогноз урожайности легко рассчитывается как произведение прогноза массы на количество генеративных побегов на единице площади. В свою очередь, учет количества побегов проводится методом учетных площадок по общепринятой методике. Визуальным наблюдением установлено, что практически каждый побег пижмы, сформировавшийся на стадии весеннего отрастания, формирует соцветия. Следовательно, количество стеблей, наблюдавшихся весной, будет равно количеству побегов, достигших стадии цветения, что позволяет рассчитать прогноз урожайности плантации за 2...3 месяца до начала сбора лекарственного сырья.

Список используемой литературы

1. Семенихин И.Д., Семенихин В.И. Лекарственные растения, возделываемые в России, т. II. М.: ОАО «Щербинская типография», 2015.
2. Лукашевич Н.П. и др. Фармакогнозия: учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Ветеринарная фармация». Витебск: ВГАВМ, 2011.
3. Ламан Н.А. и др. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов. М.: Наука и техника, 1996.
4. Бородий С.А. Методика сбора информации и настройки модели управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур. Кострома: КГСХА, 1998.
5. Бородий С.А., Бородий П.С. Прогноз фенологических стадий развития пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) в дикорастущих ценопопуляциях // Труды Костромской госу-

дарственной сельскохозяйственной академии. Кострома: КГСХА, 2017. Выпуск 86. С.5-11.

6. Грязнов М.Ю. Изучение биологических особенностей пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) в Нечерноземной зоне России.: дис. ... канд. биол. наук. М., 2006.

7. Бородий С.А. Теоретическое обоснование комплексной имитационно-мониторинговой модели продукционного процесса растений в агроэкосистемах. Кострома: Издательство КГСХА, 2000.

8. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии. М.: Агропромиздат, 1990.

References

1. Semenikhin I.D., Semenikhin V.I. Lekarsvennyye rasteniya, vozdeliyaemye v Rossii, t. II. M.: OAO «Shcherbinskaya tipografiya», 2015.
2. Lukashevich N.P. i dr. Farmakognosiya: uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov po spetsialnosti «Veterinarnaya farmatsiya». Vitebsk: VGAVM, 2011.
3. Laman, N.A. i dr. Metodicheskoe rukovodstvo po issledovaniyu smeshannykh agrofitotsenozov. Mn.: Navuka i tekhnika, 1996.
4. Borodiy S.A. Metodika sbora informatsii i nastroyki modeli upravleniya produktsionnym protsessom selskokhozyaystvennykh kultur. Kostroma: KGSKhA, 1998.
5. Borodiy S.A., Borodiy P.S. Prognoz fenologicheskikh stadiy razvitiya pizhmy obyknovennoy (*Tanacetum vulgare* L.) v dikorastushchikh tsenopopulyatsiyakh: Trudy Kostromskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. Vypusk 86. Kostroma: KGSKhA, 2017. S. 5-11.
6. Gryaznov M.Yu. Izuchenie biologicheskikh osobennostey pizhmy obyknovennoy (*Tanacetum vulgare* L.) v Nechernozemnoy zone Rossii.: dis. ... kand. biol. nauk M., 2006.
7. Borodiy S.A. Teoreticheskoe obosnovanie kompleksnoy imitatsionno-monitoringovoy modeli produktsionnogo protsessa rasteniy v agroekosistemakh. Kostroma: izd. KGSKhA, 2000.
8. Obratsov, A.S. Sistemnyy metod: primeneniye v zemledelii. M.: Agropromizdat, 1990.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ С ЕЁ БИОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ И УРОЖАЙНОСТЬЮ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА

Лощина А.Э., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;
Борин А.А., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве изучали различные системы обработки в севообороте, с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овес+клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. Общепринятая отвальная система обработки почвы (контроль) сравнивалась с плоскорезной, комбинированной и мелкой. Установлено влияние их на биологические свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Наиболее интенсивно выделение углекислоты почвой («дыхание») проходило в полях чистого пара и картофеля с периодической культивацией или рыхлением междурядий, меньше – под озимыми и клевером, в связи с большим их уплотнением. Трансформация льняного полотна активной проходила в верхнем слое почвы 0-10 см и меньше в слое 10-20 см под всеми культурами севооборота. По системам обработки почвы преимущество имела отвальная технология. Разложение мочевины, внесенной в почву, как показатель биологической активности, быстрее проходило по отвальной и комбинированной системам обработки, менее интенсивно – по мелкой. Содержание нитратного азота в пахотном слое было больше по отвальной системе обработки, что связано с меньшим уплотнением почвы, более активной работой микроорганизмов и разложением растительных остатков. Количество дождевых червей, как показатель биологического состояния почвы, по системам обработки различалось незначительно, большее их число выявлено под клевером, в связи с отсутствием в течение длительного времени механической обработки. По выходу зерновых единиц в севообороте некоторое преимущество имела плоскорезная система обработки почвы, минимальный сбор выявлен по мелкой обработке.

Ключевые слова: обработка почвы, нитратный азот, продуцирование.

Для цитирования: Лощина А.Э., Борин А.А. Взаимосвязь обработки почвы с её биологическими свойствами и урожайностью культур севооборота // Аграрный вестник Верхне-волжья. 2019. № 1 (26). С.12-17.

Введение. Плодородие почвы находится в тесной взаимосвязи с её биологическими свойствами. Приемами обработки почвы можно активно влиять на биологическую активность почвы и её эффективное плодородие. Прямым следствием механической обработки является изменение аэрации, влажности и других условий жизни почвенной микрофлоры [1, с. 18-20].

От активности работы микроорганизмов зависит и направленность биологических процессов, скорость разложения органического вещества, оструктуривание почвы, накопление элементов питания и в конечном итоге – плодородие почвы. Микробиологическая активность почвы зависит от климатических условий, мас-

сы пожнивных и корневых остатков, поступающих в разные горизонты под влиянием обработки почвы [2, с. 25-27].

Различные агротехнологические приемы – обработка почвы, удобрения, чередование культур в севообороте и т.д., применяемые при возделывании культур, оказывают существенное влияние на почвенную микрофлору. По влиянию обработки почвы в севообороте на показатели почвенного плодородия в литературе нет единого мнения. Так, Никульников И.М. [3, с. 30-31], Манейлов В.В. [4, с. 12-13] считают, что безотвальная обработка почвы способствует локализации питательных веществ в поверхностном слое почвы, что приводит к дифференциации эффективного

плодородия по профилю пахотного слоя. Но Бровкин В.И. [5, с. 14], Рассадин А.Я. [6, с. 46-47] не отмечают такой дифференциации.

Цель исследований – изучить влияние различных систем обработки почвы на её биологические свойства и урожайность культур зернопаропропашного севооборота.

Методика исследований. Для суждения о биологической активности почвы используются следующие показатели: интенсивность выделения двуокси углерода, степень разложения клетчатки, численность микроорганизмов, нитрификационная способность и другие, которые дают ценную информацию о конкретных условиях почвенной среды.

В стационарном полевом севообороте кафедры агрохимии и земледелия ИГСХА при изучении различных систем обработки почвы (2014–2017 гг.) проводилось определение биологических свойств почвы. Схема чередования культур: пар чистый – озимая пшеница – овес + клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. В севообороте изучаются четыре системы обработки почвы: отвальная (Отв.) – (контроль), плоскорезная (Пл.), комбинированная (Кмб.) – (50 % отвальная + 50 % плоскорезная) и мелкая (Млк.).

При отвальной системе обработки почвы под все культуры применялись только отвальные орудия: плуг ПЛН-3-35, культиватор КПС-4, зубовые бороны БЗТС-1. При плоскорезной – только плоскорезные: основная обработка почвы проводилась культиватором-плоскорезом КПП-2,2, предпосевная – КПЭ-3,8 и БИГ-3. При комбинированной обработке – сочетание отвальных и плоскорезных орудий: основная обработка проводилась плугом ПЛН-3-35, а предпосевная – КПЭ-3,8 и БИГ-3. Мелкая система обработки почвы характеризовалась использованием дисковой бороны БДТ-3 для основной обработки, КПС-4 и БЗТС-1 – для предпосевной.

Почва полей севооборота – дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая, типичная для многих хозяйств Ивановской области. В опыте проводилось определение биологических свойств почвы («дыхание», разложение льняного полотна, нитрификационная способность, разложение мочевины и др.) – по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. Наиболее универсальным показателем деятельности почвенных микроорганизмов является продуцирование ими углекислоты (табл. 1).

Таблица 1 – Интенсивность выделения углекислоты почвой, мг С-СО₂/м² ч

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее по обработке
	Пар чистый	Озимая пшеница	Овес + клевер	Клевер	Озимая рожь	Картофель	Ячмень	
Отв. (к.)	64,8	48,5	55,3	47,7	51,5	63,9	52,4	54,9
Пл.	59,3	51,9	52,2	45,6	52,5	62,0	50,2	53,4
Кмб.	60,3	48,1	55,0	46,8	51,1	62,8	53,1	53,9
Млк.	58,7	48,1	52,8	44,2	50,9	61,2	51,8	52,5
Среднее по культуре	60,8	49,1	53,8	46,1	51,5	62,5	51,9	
НСР ₀₅	3,5	2,4	2,3	2,0	0,8	1,8	0,7	1,9

Из приведенных данных можно отметить более активную работу почвенных микроорганизмов в поле чистого пара и под картофелем, где благодаря своевременному уходу почва поддерживалась в рыхлом состоянии. Менее интенсивно выделение углекислоты, а значит, и разложение органического вещества проходило в полях клевера и озимых культур, где плотность почвы была значительно выше. По системам обработки почвы по выделению углекислоты можно отметить снижение этого пока-

зателя по мелкой обработке, а максимальное значение – по отвальной.

Другим показателем, характеризующим биологические свойства почвы, является процесс разложения клетчатки. Учет разложения в почве льняного полотна позволяет судить о наличии в почве минерального азота и мобилизационных возможностях почвы в отношении этого элемента. От деятельности почвенной биоты зависит разложение органических остатков, а при минерализации их – улучшение питательного режима

растений. Условия, создаваемые обработкой почвы по снижению плотности, улучшению аэрации, влажности, могут способствовать более активной

работе микроорганизмов или, наоборот, снижать их деятельность, а следовательно и разложение органических остатков (табл. 2).

Таблица 2 – Разложение льняного полотна (экспозиция 60 суток), %

Система обработки почвы	Слой, см	Культура севооборота							Среднее по системе обработки
		пар чистый	озимая пшеница	овес + кле- кле- вер	кле- вер	озимая рожь	кар- то- фель	ячмень	
Отв. (кон- троль)	0 – 10	32,8	23,0	25,3	18,6	22,7	32,4	24,6	25,6
	10 – 20	22,2	14,9	16,5	13,8	15,1	21,4	16,5	17,2
	0 – 20	27,5	18,9	20,9	16,2	18,9	26,9	20,5	21,4
Пл.	0 – 10	33,2	24,3	26,6	18,2	24,1	32,8	24,9	26,3
	10 – 20	19,8	16,0	16,4	12,9	13,9	19,7	15,1	16,2
	0 – 20	26,5	20,1	21,5	15,5	19,0	26,2	20,0	21,2
Кмб.	0 – 10	33,2	23,6	25,7	18,2	21,7	32,2	24,8	25,6
	10 – 20	19,0	16,2	17,0	13,1	15,0	19,6	15,5	16,5
	0 – 20	26,1	19,9	21,3	15,6	18,3	25,9	20,1	21,0
Млк.	0 – 10	31,9	22,8	27,1	21,8	23,9	33,6	26,9	26,9
	10 – 20	16,2	13,7	14,6	12,8	13,8	16,2	13,4	14,4
	0 – 20	24,0	18,2	20,8	17,3	18,8	24,9	20,1	20,6
Среднее по куль- туре		26,0	19,3	21,1	16,1	18,8	26,0	20,2	

НСР₀₅ слой 0-10 см 0,3 0,5 0,7 0,4 0,4 0,3 0,3 0,4

НСР₀₅ слой 10-20 см 1,0 $F_{\phi} < F_{05}$ 0,8 $F_{\phi} < F_0$ $F_{\phi} < F_0$ 1,2 1,0 1,0

НСР₀₅ слой 0-20 см 1,2 0,5 0,6 $F_{\phi} < F_0$ $F_{\phi} < F_0$ 0,4 $F_{\phi} < F_{05}$ 0,4

Наиболее активно процесс разложения льняной ткани проходил в слое 0-10 см на всех культурах, менее интенсивно – в слое 10-20 см. В разрезе культур наибольший процент разложения ткани отмечался в рыхлой почве парового поля и картофеля – 26,0 %. На озимых культурах разложение льняной ткани меньше – 18,8 и 19,3 %, чем на яровых зерновых – 20,2 и 21,1 % и минимальный – на клевере 16,1 %, что можно объяснить отсутствием механической обработки и высокой плотностью почвы. Если сравнивать разложение ткани по системам обработки почвы, то можно отметить меньший процент трансформации по мелкой обработке, по сравнению с другими технологиями. Это

связано с глубиной основной обработки и степенью уплотнения почвы. Сохранение пожнивных остатков в верхнем слое почвы при плоскорезной и мелкой обработке способствовало большей активности микроорганизмов и увеличивало процент разложения ткани в слое 0-10 см. В целом по культурам севооборота он составлял 26,3 и 26,9 % или на 0,7 и 1,3 % больше, чем по отвальной системе обработки почвы.

Для более полной характеристики биологической активности почвы нами был использован экспресс-метод Т.В. Аристовской (1989), который основан на скорости разложения мочевины, внесенной в почву (табл. 3).

Таблица 3 – Биологическая активность почвы по скорости разложения мочевины

Система обработки почвы	Количество часов, за которое рН увеличивается на 1							Среднее по систе- ме обра- ботки
	культура севооборота							
	пар чистый	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	карто- фель	ячмень	
Отв. (к.)	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,6
Пл.	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,9
Кмб.	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,7
Млк.	4,0	4,5	4,0	4,5	4,5	3,5	4,5	4,2
Среднее по культуре	3,7	4,0	3,9	4,0	4,0	3,5	3,9	
НСР ₀₅	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2

Анализ полученных данных свидетельствует о более активной работе почвенных микроорганизмов по отвальной и комбинированной системам обработки почвы. По ним скорость разложения мочевины, с увеличением рН на единицу, составила 3,6 и 3,7 часа. По плоскорезной системе обработки процесс разложения мочевины проходил медленнее и равнялся 3,9 часа и менее активно микроорганизмы работали по мелкой системе обработки почвы – 4,2 часа. Полученные данные согласуются с агрофизическими свойствами и другими показателями биологической активности почвы. В разрезе культур по биологической активности выделяются поля картофеля и чистого

пара – 3,5 и 3,7 часа, где почва поддерживалась в рыхлом состоянии, обеспечивая продуктивную работу почвенных микроорганизмов. Меньшая активность почвенных микроорганизмов отмечена на клевере и озимых культурах, что связано со значительным уплотнением почвы.

Большое значение для обеспечения растений азотом имеет наличие нитратного азота в зоне расположения корневой системы растений. Нитрифицирующая способность почвы отражает её потенциальные возможности в накоплении минерального азота. В исследованиях отмечено некоторое увеличение нитратного азота при отвальной системе обработки почвы (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы в фазу колошения озимых, мг/кг

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее по системе обработки
	пар чистый	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	20,9	12,5	15,9	11,1	13,4	18,7	14,7	15,3
Пл.	18,3	11,6	14,4	10,7	13,1	18,2	14,4	14,4
Кмб.	20,0	12,8	14,9	10,8	12,2	18,5	15,2	14,9
Млк.	18,0	12,0	14,7	11,0	12,0	16,7	14,3	14,1
Среднее по культуре	19,3	12,2	15,0	10,9	12,7	18,0	14,6	
НСР ₀₅	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4

Полученные данные говорят о большем содержании нитратного азота в паровом поле, что объясняется отсутствием потребления его культурными растениями. В разрезе культур можно отметить лучшую нитрифицирующую способность на посадках картофеля, где почва поддерживалась в рыхлом состоянии. Менее эффективно процесс нитрификации проходил на озимых культурах и клевере. Это связано со значительным уплотнением почвы в этих полях. Из изучаемых систем обработки почвы несколько выше содержание нитратного азота отмечено по отвальной обработке, а минимальное – по мелкой. Следует отметить, что данные по содержанию нитратного азота согласуются с данными по продуцированию углекислоты почвой ($r = 0,470$), что говорит о средней взаи-

мосвязи между этими признаками. Это позволяет дать объективную оценку деятельности почвенных микроорганизмов под культурами севооборота при разных системах обработки почвы.

К биологическим свойствам почвы относятся и наличие в почве дождевых червей. Они перерабатывают органическое вещество, превращая его в плодородную почву. Ходы дождевых червей улучшают циркуляцию воды и воздуха в почве. В то же время при механической обработке происходит разрушение ходов червей и корней, нарушается в какой-то мере природное равновесие. В наших исследованиях различные системы обработки почвы не оказали существенного влияния на численность дождевых червей (табл. 5).

Таблица 5 – Количество дождевых червей в пахотном слое почвы, шт/м²

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее по системе обработки
	пар чистый	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	41	41	35	71	42	37	29	42
Пл.	40	41	42	57	39	43	39	43
Кмб.	36	35	37	50	41	38	38	39
Млк.	45	39	38	54	40	40	37	42
Среднее по культуре	40	39	38	58	40	39	36	
НСР ₀₅	1,4	0,9	1,3	1,5	1,1	1,3	1,2	1,1

Таблица 6 – Урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

Система обработки почвы	Культура севооборота						Среднее зерновых единиц
	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	28,4	22,5	37,9	26,3	207	20,1	27,2
Пл.	29,4	22,2	37,0	27,2	211	19,9	27,6
Кмб.	28,5	22,8	37,3	26,5	210	20,0	27,4
Пв.	27,7	21,9	36,2	25,7	187	19,8	25,9
НСР ₀₅	0,8	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	0,4	6,7	$F_{\phi} < F_{05}$	

Приведенные данные не позволяют выявить какой-либо четкой закономерности по численности дождевых червей в зависимости от систем обработки почвы. Следует отметить максимальное количество дождевых червей под клевером, что, очевидно, связано с отсутствием

в течение полутора лет механической обработки почвы в этом поле.

Изучаемые системы обработки вместе с биологическими и другими свойствами почвы оказали влияние на урожайность культур севооборота (табл. 6).

**Выводы:**

1. Выделение углекислоты, а значит, и разложение органического вещества в почве более активно проходило по отвальной системе, менее интенсивно – по мелкой. Превышение составило 2,4 мг С-СО₂/м²ч в среднем по культурам севооборота.

2. Снижение интенсивности механического воздействия на почву при плоскорезной и мелкой обработках, по сравнению с отвальной, ухудшало условия жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, что выразилось в снижении разложения льняного полотна при экспозиции 60 дней на 0,2 и 0,8 % соответственно.

3. Разложение мочевины, внесённой в почву, как показатель биологической активности, более интенсивно проходило по отвальной и комбинированной системам обработки, менее – по плоскорезной и мелкой. Разница составила 0,3 и 0,6 часа.

4. По содержанию нитратного азота в пахотном слое преимущество имела отвальная система обработки почвы, превышение по сравнению с плоскорезной и мелкой составило 0,9 и 1,2 мг/кг.

5. Большой выход продукции в севообороте получен по плоскорезной системе обработки почвы – 27,6 ц/га, меньший (25,9 ц/га) – по мелкой. По ней были хуже показатели биологических свойств почвы: меньше интенсивность «дыхания», размножения льняного полотна и содержание нитратного азота.

Список используемой литературы

1. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. № 5. С. 18-20.

2. Борин А.А., Лощинина А.Э. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях её обработки // Плодородие. 2015. № 2 (83). С. 25-27.

3. Никульников И.М., Боронтов О.К. Повышение плодородия черноземов // Земледелие. 2003. № 5. С. 30-31.

4. Манейлов В.В., Богомазов С.В. Обработка почвы в Пензенской области // Земледелие. 2005. № 4. С. 12-13.

5. Бровкин В.И., Акимов А.Ю. Обработка почвы в первой ротации севооборота // Земледелие. 2002. № 3. С. 14.

6. Рассадин А.Я., Клычникова С.А. Координационное совещание по обработке почвы // Земледелие. 2000. № 2. С. 46-47.

References

1. Nikolaev V.A., Mazirov M.A., Zinchenko S.I. Vliyanie raznykh sposobov obrabotki na agrofizicheskie svoystva i strukturnoe sostoyanie pochvy // Zemledelie. 2015. № 5. S. 18-20.

2. Borin A.A., Loshchinina A.E. Produktivnost sevooborota i plodorodie pochvy pri razlichnykh tekhnologiyakh ee obrabotki // Plodorodie. 2015. № 2 (83). S. 25-27.

3. Nikulnikov I.M., Borontov O.K. Povyshenie plodorodiya chernozemov // Zemledelie. 2003. №5. S. 30-31.

4. Maneylov V.V., Bogomazov S.V. Obrabotka pochvy v Penzenskoy oblasti // Zemledelie. 2005. № 4. S. 12-13.

5. Brovkin V.I., Akimov A.Yu. Obrabotka pochvy v pervoy rotatsii sevooborota // Zemledelie. 2002. № 3. S. 14.

6. Rassadin A.Ya., Klychnikova S.A. Koordinatsionnoe soveshchanie po obrabotke pochvy // Zemledelie. 2000. № 2. S. 46-47.

СПОСОБЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД ЗАЩИТОЙ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

Сарычев А.Н., ФНЦ агроэкологии РАН, г. Волгоград

В работе приведены данные оценки приемов обработки светло-каштановой почвы в условиях агролесоландшафта для выращивания ярового ячменя в южных районах Волгоградской области. Изучались 4 варианта обработки почвы: отвальная вспашка, мелкое плоскорезное рыхление, дискование и обработка почвы комбинированным орудием. В ходе исследований были выявлены особенности формирования водного режима и изменения агрофизических показателей светло-каштановой почвы в результате комплексного влияния технологических приемов и ползащитных насаждений. Установлено, что в условиях защищенного агроландшафта как в засушливые, так и в благоприятные годы обработка почвы комбинированным агрегатом имеет преимущество по сравнению с другими изучаемыми вариантами. Наибольший влагозапас перед посевом в условиях агролесоландшафта формируется при обработке почвы комбинированным агрегатом АПК-6 в зоне от 5 до 15 Н от ПЗЛП. Количество доступной влаги на посевах ярового ячменя в начале вегетации было в среднем равно в засушливые годы 74,0 мм и 117,4 мм во влажные, в условиях открытого агроландшафта соответственно 61,5 и 106,6 мм. Исследования показали, что активность почвенной микробиоты на межполосном пространстве возрастает по мере приближения к ползащитной лесной полосе, что обусловлено наличием доступной влаги в почве. Наиболее высокая активность почвенных микроорганизмов зафиксирована на расстоянии 5-10 Н от лесной полосы. В зависимости от технологии обработки почвы на посевах ярового ячменя она составила 24,7-33,1 %. Применение комбинированной ресурсосберегающей технологии обработки почвы позволило получить самую высокую урожайность ярового ячменя как в условиях открытого поля, так в условиях агролесоландшафта.

Ключевые слова: технология обработки почвы, ползащитная лесная полоса, водный режим, микробиологическая активность почвы, яровой ячмень, агролесоландшафт.

Для цитирования: Сарычев А.Н. Способы основной обработки светло-каштановой почвы при возделывании ярового ячменя под защитой лесных полос // Аграрный вестник Волгожья. 2019. № 1 (26). С.18-26.

Введение. В технологии возделывания сельскохозяйственных культур самыми трудоемкими и энергозатратными являются технологические операции, связанные с обработкой почвы. Так, расход дизельного топлива при отвальной вспашке на глубину 20-22 см достигает порой в зависимости от региона и почвенно-климатических условий 20-25 л/га, т.е. практически 1/3 часть в структуре расходов топлива. Активные дискуссии среди ученых и практиков о том, какими орудиями выполнять основную обработку почвы или полностью отказаться от обработки, длятся уже на протяжении не одного десятилетия. Однако единого мнения на этот

вопрос до сих пор не существует и скорее всего не будет, поскольку невозможно добиться шаблонного применения той или иной технологии возделывания сельскохозяйственной культуры из-за особенностей почвенно-климатических условий. Тем не менее, диспаритет цен между сельскохозяйственной продукцией и ГСМ, СЗР, минеральными удобрениями заставляет товаропроизводителей стремиться к сокращению прямых затрат и издержек. Все больше сельхозпредприятий переходит на энергосберегающие технологии возделывания, суть которых заключается в уменьшении глубины обработки, увеличении ширины захвата сельскохозяй-

ственных орудий, применении многооперационных машин или исключении полностью обработки почвы из технологической схемы.

Исследования отечественных ученых показывают, что в некоторых регионах вполне успешно применяется так называемая минимальная обработка почвы [7, с. 10-15]. Часть исследователей склоняется к тому, что комбинированные орудия в системе зяблевой обработки почвы по сравнению с классическими орудиями имеют большее преимущество в повышении экономической эффективности [3, с. 41-44, 5, с. 4-7]. С каждым годом увеличивается доля посевов, возделываемых по технологии прямого посева или No-till [1, с. 168-171, 11, с. 89-98].

Воздействие рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий на почву при выполнении технологических операций приводят к разрушению структуры почвенного покрова, вследствие этого развиваются такие неблагоприятные процессы деградации почвы, как водная эрозия и дефляция почв. Особенно часто такие процессы проявляются в севооборотах, где в качестве основной обработки почвы применяется отвальная вспашка. Ярким примером негативного применения вспашки является освоение целинных и залежных земель в 50-60-х годах прошлого столетия. Из 42 млн га, которые были распаханы, было потеряно в результате дефляции и эрозии около 10 млн га пашни [4, с. 5-10].

Предотвратить процессы эрозии и дефляции почв возможно только комплексом агротехнических и агролесомелиоративных приемов. Одним из эффективных способов является создание полезащитных лесных полос на полях севооборотов. Исследованиями иностранных и отечественных ученых подтверждена их высокая эффективность. Кроме того, полезащитные насаждения способствуют дополнительному влагонакоплению, улучшению микроклимата и, как следствие, повышению продуктивности севооборотов [8, с. 309-313, 9, с. 2-54, 12, с. 189-192, 13, с. 655-661]. Общая потребность в полезащитных насаждениях в настоящее время в Российской Федерации составляет около 2870 тыс. га, по экспертной оценке на конец 20-го столетия создано всего 1233 тыс. га, что составляет 42,9 % от общей потребности [4, с. 5-10]. Пыльная буря, которая в 2015 году прошла

по территории Волгоградской области, подтвердила необходимость создания полезащитных насаждений, поскольку только экономический ущерб, нанесенный этой бурей по предварительной оценке составил около 25 млрд рублей [10, с.101-107].

Для изучения особенностей возделывания сельскохозяйственных культур под защитой лесных полос в 2008 году был заложен полевой опыт на светло-каштановых почвах. Цель исследований заключалась в изучении комплексного влияния систем обработки почвы и защитных насаждений на продуктивность сельскохозяйственных культур, агрофизические свойства почвы и микроклимат межполосного пространства.

Методика. Опытное поле расположено в подзоне светло – каштановых почв, для которых характерно низкое содержание гумуса в пахотном слое – не более 2,1 %. Обеспеченность доступными для растений формами азота и фосфора – низкая, калия – повышенная. В связи с этим при посеве культуры вносились удобрения в дозе N30P10.

Исследования велись в зернопаровом трехпольном севообороте по следующей схеме: 1. Пар чистый 2. Озимая пшеница 3. Яровой ячмень.

Полезащитные лесные полосы трехрядные, состоящие из вяза приземистого, высотой 9,5 м. Конструкция умеренно-ажурная.

Повторность опытов трехкратная, учетная площадь делянки 250 м².

Схема опыта:

фактор А: Агроландшафт I. Открытое поле (ОП) (контроль); II. Поле, защищенное лесополосой (ПЗЛП) (Удаленность от лесной полосы 1,5 Н, 5Н, 10Н, 15Н, 25Н, 35Н)* * Н- высота лесной полосы

фактор В: Технология обработки почвы I. Отвальная вспашка ПН-8-40 0,20-0,22 м (контроль); II. Плоскорезная обработка КПШ-9 0,10-0,12 м; III. Дискование БДТ-7,0 0,10-0,12 м; IV. Обработка комбинированным агрегатом АПК-6 0,14-0,16м

Исследования проводили по общепринятым методикам и рекомендациям. [2, 6]. В рамках данной статьи представлены результаты исследований с 2013 по 2017 гг.

Результаты исследований. Погодные условия в период вегетации в 2013-2017 гг. были не

одинаковы. 2013 и 2015 года можно охарактеризовать как засушливые. В среднем за период вегетации в эти годы выпадало 76,3 мм осадков, а ГТК равнялся 0,33. 2014, 2016 и 2017 г. относятся к благоприятным по увлажнению, количество выпавших осадков за вегетацию составило 136,3 мм, ГТК был равен 0,6. Поскольку главным лимитирующим фактором получения урожая в условиях аридных районов Волгоградской области является наличие доступной влаги в почве в основные фазы развития сельскохозяйственных растений. Такие погодные условия повлияли на водный режим светлокаштановой почвы, что в свою очередь отразилось на продуктивности посевов сельскохозяйственных культур.

Как показали исследования, перед посевом ярового ячменя содержание доступной влаги в засушливые годы составляло в среднем на межполосном пространстве в зависимости от применяемой технологии от 47,9 мм (дискование) до 74,0 мм (обработка комбинированным орудием). На поле без ПЗЛП от 37,7 до 61,5 мм. В этот же период, но в благоприятные по увлажнению годы этот показатель изменялся от 97,0 мм (дискование) до 117,4 мм (обработка комбинированным орудием) на облесенном агроландшафте и от 86,7 до 106,6 мм на поле без защитных насаждений. На контрольном варианте с отвальной вспашкой содержание доступной влаги в метровом слое почвы в среднем за 2013, 2015 гг. составляло под защитой ПЗЛП 63,8 мм, без ПЗЛП 53,6 мм, а в 2014, 2016 и 2017 гг. соответственно 114,7 и 101,8 мм. Таким образом, преимущество по влагонакоплению как в условиях агролесоландшафта, так и поля без ПЗЛП было у варианта, где основная обработка осуществлялась комбинированным орудием.

Было выявлено, что на межполосном пространстве почвенная влага распределена неравномерно. Наибольший влагозапас формировался в зонах, приближенных к ПЗЛП от 1,5 до 15 Н, а на расстоянии 25 Н и более количество доступной для растений влаги находится примерно на одном уровне со значениями, полученными в условиях незащищенного поля. На расстоянии до 1,5 Н прослеживалось снижение влагозапасов в почве, поскольку корневая система деревьев полезащитной лесной полосы распространяется в сторону поля на расстояние

до 10-15 м и часть влаги используется ими, а не растениями. В результате формируется так называемая депрессионная зона.

Дифференцированное изменение содержания продуктивной влаги в зоне влияния полезащитных насаждений прослеживается в течение всей вегетации изучаемой культуры (рис.1).

Недостаток осадков и повышенная температура воздуха более 30 °С в период кущение-выход в трубку ярового ячменя в 2013, 2015 гг. крайне негативно сказались на содержании влаги в почве. В зависимости от применяемой обработки почвы на межполосном пространстве ее количество варьировало от 15,2 до 32,8 мм. Вариант с применением комбинированного агрегата обеспечивал лучшее сохранение почвенной влаги по сравнению с другими изучаемыми вариантами. На поле с защитными насаждениями количество влаги на этом варианте варьировало от 27,6 до 43,2 мм, что больше чем на контрольном варианте в среднем на 6,4 мм. На варианте, где проводилась дисковая обработка почвы, были получены самые низкие результаты от 10,2 до 24,7 мм, что меньше чем на контроле в среднем на 11,2 мм. В благоприятные по увлажнению годы 2014, 2016 и 2017 среднее содержание продуктивной влаги в фазу кущение-выход в трубку варьировало на межполосном пространстве от 51,0 (дисковая обработка) до 71,6 мм (комбинированная обработка), а на поле без защитных насаждений от 43,9 до 63,6 мм. Как и в засушливые годы, больше всего доступной влаги сохранялось на расстоянии до 15 Н от ПЗЛП. Интенсивное выпадение осадков во время вегетации 2014, 2016 и 2017 года способствовало сохранению влаги вплоть до фазы колошения. Под защитой лесных полос наиболее эффективной по сохранению влаги была обработка почвы, выполненная комбинированным агрегатом. На этом варианте под защитой лесных полос к фазе колошения в среднем за 2014, 2016, 2017 гг. сохранялось до 57,2 мм, в то же время на контроле 54,9 мм, на мелком плоскорезном рыхлении 52,8 мм и на дисковании 41,3 мм. Отсутствие осадков в период колошения в 2013 и 2015 г. привело к тому, что в метровом слое почвы содержание влаги было крайне низким и не превышало в среднем на межполосном пространстве 17,4 мм, а на поле без ПЗЛП 12,2 мм. Этот недостаток влаги в ответственный период развития ячменя негативно отразился на формировании продуктивности посевов.

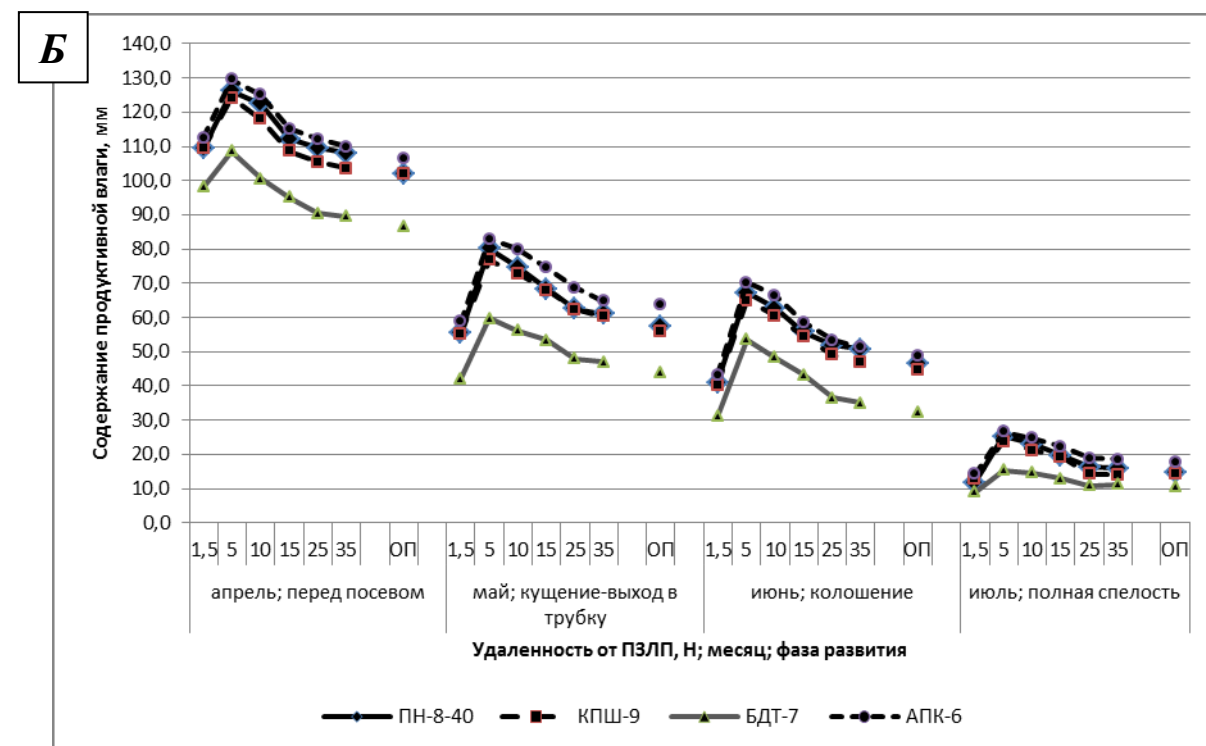
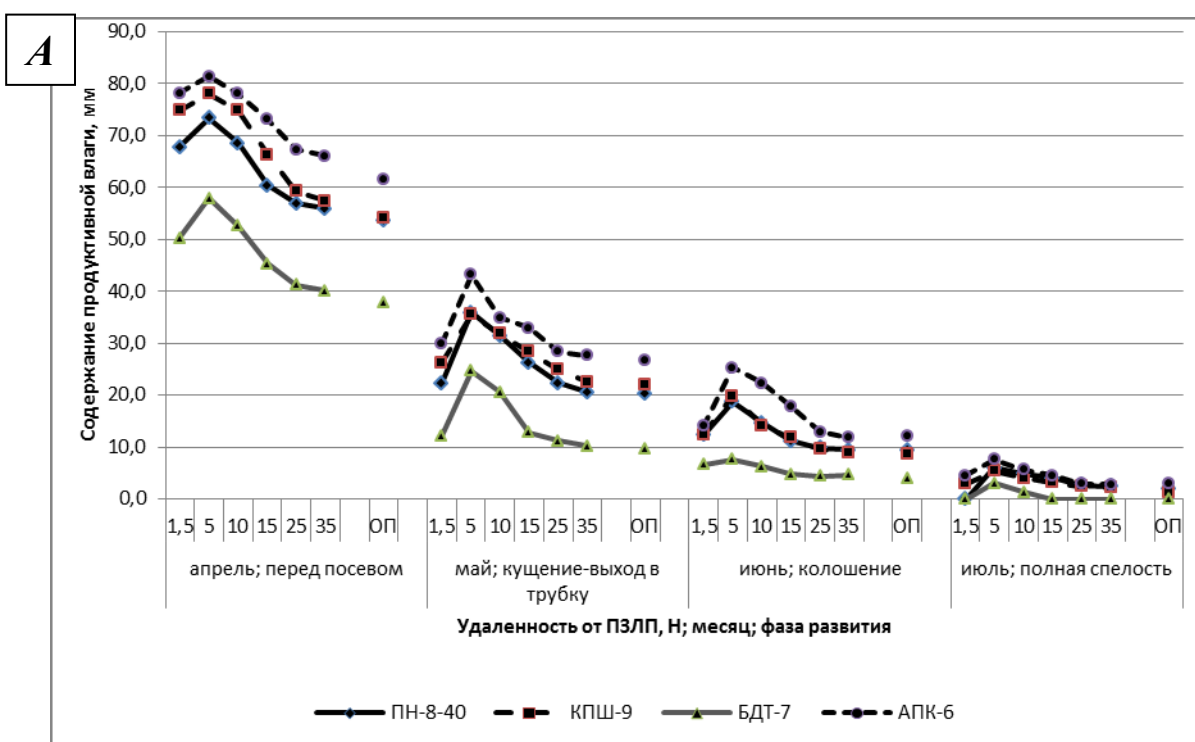


Рисунок 1 – Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы.

А – засушливые годы 2013, 2015;

Б – благоприятные по увлажнению 2014, 2016, 2017 гг.

Полученные данные свидетельствуют о том, что технологии обработки почвы и полезащитные лесные насаждения оказывают влияние на показатели структуры суммарного водопотребления (табл. 1).

В засушливых условиях в структуре водного баланса возрастает доля осадков в общем водопотреблении, особенно на варианте, где применяется мелкая дисковая обработка почвы и отсутствуют защитные насаждения – 59,9 %. В этот

период на контрольном варианте без ПЗЛП доля осадков составляет 51,9 %, а на варианте с комбинированной обработкой 49,0 %. При регулярном выпадении осадков и оптимальном влагоза-

пасе в почве в структуре водного баланса основным источником влаги для растений является почвенная влага, доля которой в благоприятные годы варьировала от 51,3 до 54,5 %.

Таблица 1 – Структура суммарного водопотребления ярового ячменя

Вариант обработки почвы	Агроланд- шафт	Израсходовано воды за вегета- ционный период, м³/га				Сум- марное водопо- требле- ние, м³/га	Урожай- ность, т/га	Коэффици- ент водо- потребле- ния, м³/т
		За счет запа- сов в почве		За счет атмо- сферных осадков				
		м³/га	%	м³/га	%			
среднее в засушливые годы 2013, 2015 гг.								
Отв. вспашка	Ср. с ПЗЛП	604,4	51,7	563,0	48,3	1167,4	0,66	1779,3
	Без ПЗЛП	516,9	48,1	563,0	51,9	1079,9	0,54	1884,1
Мелкое плоскор. рыхление	Ср. с ПЗЛП	650,7	53,0	563,0	47,0	1213,7	0,64	1853,6
	Без ПЗЛП	530,1	48,0	563,0	52,0	1093,1	0,60	1857,6
Дискование	Ср. с ПЗЛП	471,5	45,6	563,0	54,4	1034,5	0,51	2118,5
	Без ПЗЛП	377,2	40,1	563,0	59,9	940,2	0,40	2477,4
Комбинир. обработка почвы	Ср. с ПЗЛП	693,0	54,6	563,0	45,4	1256,0	0,76	1664,2
	Без ПЗЛП	586,1	51,0	563,0	49,0	1149,1	0,64	1726,1
среднее в благоприятные годы 2014, 2016, 2017 гг.								
Отв. вспашка	Ср. с ПЗЛП	959,5	54,3	814,3	45,7	1773,8	1,36	1305,0
	Без ПЗЛП	870,3	52,0	814,3	48,0	1684,7	1,17	1435,8
Мелкое плоскор. рыхление	Ср. с ПЗЛП	920,1	53,5	814,3	46,5	1734,4	1,31	1324,0
	Без ПЗЛП	895,0	52,8	814,3	47,2	1709,3	1,16	1469,3
Дискование	Ср. с ПЗЛП	846,7	51,3	814,3	48,7	1661,1	1,02	1633,5
	Без ПЗЛП	760,3	48,7	814,3	51,3	1574,7	0,97	1629,0
Комбинир. обработка почвы	Ср. с ПЗЛП	965,1	54,5	814,3	45,5	1779,4	1,49	1194,6
	Без ПЗЛП	888,3	52,6	814,3	47,4	1702,7	1,30	1313,1

Было установлено, что по сравнению с другими изучаемыми вариантами наиболее экономно используется влага на варианте, где применяется обработка почвы комбинированным орудием. Это наблюдается как в засушливые, так и в благоприятные по увлажнению годы. Так, коэффициент водопотребления ярового ячменя в среднем составил в благоприятные годы на опытных участках с ПЗЛП 1194,6, на поле без ПЗЛП 1313,1 м³/т, что меньше чем на контрольном варианте на 110,4 и 122,7 м³/т соответственно. В засушливые годы разница с

контролем составила 115,1 и 158,0 м³/т соответственно.

Одним из показателей, определяющим эффективность технологий обработки почвы, является плотность почвы. Оптимальной плотностью почвы для возделывания большинства сельскохозяйственных культур является плотность почвы, не превышающая 1,3 г/см³. Светло-каштановые тяжелосуглинистые почвы относятся к почвам с повышенной плотностью, это в свою очередь сказывается на водном, воздушном и температурных режимах и в целом на

продуктивности сельскохозяйственных культур. В наших исследованиях было установлено, что удаленность от ПЗЛП в целом не влияет на величину этого показателя, а технология обработки почвы является основным фактором, оказывающим воздействие на плотность. В среднем за 5 лет плотность почвы в посевном слое 0-0,1 м находилась в оптимуме как перед посевом 1,08-1,10 г/см³, так и перед фазой полной спелости 1,19-1,25 г/см³. При мелких обработках наблюдалось уплотнение нижних горизонтов 0,2-0,3 м, особенно перед наступлением фазы полной спелости. Так, на варианте с дисковой обработкой почвы, плотность почвы в слое 0,2-0,3 м перед посевом культуры изменялась от 1,27 до 1,3 г/см³, в фазу полной спелости от 1,39 до 1,44 г/см³. На контроле этот показатель был равен перед посевом 1,21-1,23 г/см³, перед уборкой 1,33-1,37 г/см³. В пахотном горизонте 0-0,3 м все варианты обработки почвы перед посевом обеспечивали оптимальную плотность сложения от 1,14 до 1,20 г/см³. Перед фазой полной спелости только на вариантах с отвальной вспашкой (контроль) и обработкой почвы комбинированным орудием плотность почвы не превышала 1,30 г/см³, на вариантах с мелким плоскорезным рыхлением и дискованием этот показатель варьировал от 1,31 до 1,37 г/см³.

Приемы основной обработки в значительной степени влияют на водный, воздушный и тепловой режимы почвы. В свою очередь это отражается на направлении, характере и интенсивности протекающих в ней микробиологических процессов. В наших исследованиях активность почвенной микробиоты изучалась на основании интенсивности распада льняного полотна. Результаты исследований показали, что интенсивность разложения льняного полотна зависит не только от условий вегетационного периода и применяемой

технологии обработки почвы, но и удаленности от полезащитных лесных насаждений. Установлено, что в засушливые годы распад льняного полотна был в среднем ниже на 7,2 % по сравнению с влажными годами.

На активность почвенной микробиоты приемы обработки почвы оказывали прямое влияние. Наибольшее разложение льняного полотна было на вариантах с обработками орудиями, у которых плоскорезующие рабочие органы (мелкое плоскорезное рыхление и обработка комбинированным агрегатом). В среднем за представленный период исследований распад льняного полотна на этих вариантах на межполосном пространстве составил за 3 месяца экспозиции 29,5 и 30,9 % от исходного веса льняного полотна. На контроле и на дисковании этот показатель составил соответственно 28,8 и 25,5 %.

На межполосном пространстве прослеживалось дифференцированное изменение активности почвенной микробиоты. Ее активность была выше в зонах, приближенных к ПЗЛП на расстоянии от 5 до 10Н. В зависимости от применяемой технологии и условий года разложение льняного полотна в указанных зонах варьировало от 24,7 до 33,1 %. На расстоянии свыше 25 Н интенсивность распада льняного полотна была примерно на одном уровне с показателями, полученными на опытном участке без защитных лесных насаждений. В период исследований она изменялась от 22,8 до 30,3 %. Дифференцированное изменение активности обусловлено, прежде всего, наличием влаги в почве в указанных зонах, которая необходима для жизнедеятельности микроорганизмов. Была выявлена тесная связь микробиологической активности почвы с израсходованной почвенной влагой за вегетацию, которая описывается уравнениями логарифмической зависимости (табл. 2).

Таблица 2 – Уравнения связи распада льняной ткани с израсходованной продуктивной влагой, в различные по степени увлажнения годы

Обработка почвы	Год	Уравнение связи	R ²
Отвальная вспашка	Засушливый	$y = 12,34\ln(x) - 22,91$	0,978
	Влажный	$y = 19,92\ln(x) - 61,06$	0,912
Мелкое плоскорезное Рыхление	Засушливый	$y = 10,44\ln(x) - 14,32$	0,978
	Влажный	$y = 21,08\ln(x) - 65,8$	0,803
Дискование	Засушливый	$y = 6,459\ln(x) - 0,624$	0,979
	Влажный	$y = 11,23\ln(x) - 23,33$	0,966
Комбинированная обработка почвы	Засушливый	$y = 19,47\ln(x) - 52,33$	0,891
	Влажный	$y = 19,46\ln(x) - 57,13$	0,937

Ключевым показателем эффективности любого агротехнологического приема, несомненно, является его влияние на продуктивность сельскохозяйственного растения. В наших ис-

следованиях продуктивность ярового ячменя зависела как от приемов обработки почвы, удаленности от ПЗЛП, так и от сложившихся погодных условий (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность ярового ячменя, т/га

Удаленность от ПЗЛП	Обработка почвы			
	Отвальная	Плоскорезное рыхление	Дискование	Комбинированная обработка
1,5Н	$\frac{0,49^*}{0,91}$	$\frac{0,46}{0,95}$	$\frac{0,38}{0,74}$	$\frac{0,58}{1,03}$
5Н	$\frac{0,90}{1,69}$	$\frac{0,87}{1,66}$	$\frac{0,66}{1,24}$	$\frac{1,03}{1,81}$
10Н	$\frac{0,78}{1,53}$	$\frac{0,75}{1,47}$	$\frac{0,59}{1,47}$	$\frac{0,92}{1,66}$
15Н	$\frac{0,66}{1,42}$	$\frac{0,64}{1,38}$	$\frac{0,52}{1,38}$	$\frac{0,74}{1,56}$
25Н	$\frac{0,59}{1,36}$	$\frac{0,59}{1,22}$	$\frac{0,46}{0,98}$	$\frac{0,67}{1,46}$
35Н	$\frac{0,57}{1,26}$	$\frac{0,56}{1,18}$	$\frac{0,46}{0,96}$	$\frac{0,65}{1,42}$
Средняя урожайность под защитой ПЗЛП	$\frac{0,66}{1,36}$	$\frac{0,65}{1,31}$	$\frac{0,51}{1,02}$	$\frac{0,76}{1,49}$
ОП(контроль)	$\frac{0,53}{1,17}$	$\frac{0,55}{1,16}$	$\frac{0,40}{0,97}$	$\frac{0,64}{1,30}$
НСР ₀₅ 2013 – 0,08; 2014 – 0,13; 2015 – 0,08; 2016 – 0,14; 2017 – 0,11				

* числитель – средняя урожайность в засушливые годы 2013, 2015 гг.; знаменатель – средняя урожайность во влажные годы. 2014, 2016, 2017 гг.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее эффективным приемом обработки почвы для выращивания ярового ячменя является обработка почвы, проведенная комбинированным агрегатом АПК-6. На этом варианте повышение урожайности по сравнению с контрольным вариантом наблюдалось как в засушливые, так и в благоприятные по увлажнению годы. Урожайность ячменя на этом варианте в условиях защищенного агроландшафта составила в среднем в засушливые годы 0,76 т/га, в благоприятные 1,49 т/га. На контроле урожай-

ность была равна соответственно 0,66 и 1,36 т/га соответственно. Наибольшая урожайность при применении орудия АПК-6 на опытном участке с ПЗЛП была получена в 2016 году и составила в среднем на межполосном пространстве 2,05 т/га, без ПЗЛП – 1,84 т/га.

Применение дисковой обработки почвы привело к снижению урожайности ярового ячменя по сравнению с контролем. На этом варианте в годы проведения исследований была получена следующая урожайность: в засушливые годы на поле с ПЗЛП – 0,51 т/га, без ПЗЛП – 0,40 т/га; в

благоприятные по увлажнению годы с ПЗЛП – 1,02 т/га, без ПЗЛП – 0,97 т/га.

Было установлено, что формирование продуктивности ярового ячменя на межполосном пространстве находится в зависимости от удаленности от полезащитных лесных насаждений. Наибольшая урожайность этой культуры формировалась на расстоянии от 5 до 15 Н. Это связано с лучшей влагообеспеченностью в данных зонах по сравнению с другими ключевыми участками. В отдельные годы продуктивность ячменя в указанных зонах достигала 2,4 т/га. На расстоянии свыше 25 Н влияние защитных насаждений было несущественно, и урожайность ячменя находилась на уровне с урожайностью, полученной на поле без защитных насаждений. На расстоянии до 1,5 Н от ПЗЛП формировалась так называемая зона депрессии, которая оказывала влияние на рост, развитие и конечную продуктивность растений. Проявление негативного влияния полезащитных насаждений на культурные растения обусловлено проникновением в сторону поля корневой системы деревьев, вследствие этого значительная часть продуктивной влаги и питательных веществ расходовалась не на формирование урожая ярового ячменя, а для роста и развития деревьев полезащитной полосы. Урожайность в депрессионной зоне по сравнению с другими зонами межполосного пространства была в среднем ниже на 49,4 % в засушливые и на 54,3 % во влажные годы.

Вывод. Таким образом, проведенные исследования показали, что в сложных почвенно-климатических условиях южных районов области при выращивании ярового ячменя необходимо применять для основной обработки почвы комбинированное орудие АПК-6. На этом варианте содержание продуктивной влаги во время вегетации было выше по сравнению с другими изучаемыми вариантами. Лучший водный режим почвы на этом варианте способствовал повышению урожайности возделываемой сельскохозяйственной культуры. Возделывание ярового ячменя под защитой лесных полос способствует увеличению урожайности этой культуры в среднем на 14,9 %.

Список используемой литературы

1. Бакиров Ф.Г., Долматов А.П., Любич В.А., Попов С.В., Курамшин М.Р., Баландина

А.А. Влагосбережение в ресурсосберегающих технологиях выращивания полевых культур на Южном Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 168-171.

2. Гречин И.П. Практикум по почвоведению М.: Колос, 1964.

3. Жидков В.М., Бралиев К.К. Система основной обработки светло-каштановых почв Волгоградского Заволжья в короткоротационном севообороте // Научный вестник. Труды ВГСХА. 2004. № 4. С. 41-44

4. Кулик К.Н., Петров В.И. Опустынивание в России. Проблемы и пути их решения // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели (к 90-летию академика РАСХН Е. С. Павловского): материалы Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. Волгоград. 2013. С. 5-10.

5. Кузина Е.В. Агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур при ресурсосберегающей системе основной обработки почвы // Пермский аграрный вестник. 2013. № 3. С. 4-7.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Москва, 1989.

7. Михайлова З.И., Михайлов А.А., Вакуленко О.В. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (115). С. 10-15.

8. Михин Д.В. Микроклимат и биопродуктивность сельхозкультур в системе лесных полос // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (39). С. 309-313.

9. Парамонов Е.Г. Лесополосы и увлажнение межполосных полей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 11 (109). С. 52-54.

10. Рулев А.С., Беляков А.М., Сарычев А.Н. Исследование проявления дефляции почв в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2 (42). С. 101-107.

11. Сейлгазина С.М., Абдыкаримова Д.С. Ресурсосберегающая технология возделывания ячменя на основе минимальной и нулевой обработ-

ки почвы в условиях сухостепной зоны Восточного Казахстана // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. 2015. № 1. С. 89-98.

12. Троц В.Б. Агроэкологическое влияние ползащитных лесных полос // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 189-192.

13. Dafa-Alla, M.D., Nawal, K.N., 2011. Al-Amin Design, Efficiency and Influence of a Multiple-Row, Mix-Species Shelterbelt on Wind Speed and Erosion Control in Arid Climate of North Sudan // Research Journal of Environmental and Earth Sciences 3(6): 655-661.

References

1. Bakirov F.G., Dolmatov A.P., Lyubchich V.A., Popov S.V., Kuramshin M.R., Balandina A.A. Vlagosberezhenie v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh vyrashchivaniya polevykh kultur na Yuzhnom Urale // Izvestiya Orenбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 168-171.

2. Grechin I.P. Praktikum po pochvovedeniyu M.: Kolos, 1964. 423 s.

3. Zhidkov V.M., Braliev K.K. Sistema osnovnoy obrabotki svetlo-kashtanovykh pochv Volgogradskogo Zavolzhya v korotkorotatsionnom sevooborote // Nauchnyy vestnik. Trudy VGSKhA. 2004. № 4. С. 41-44

4. Kulik K.N., Petrov V.I. Opustynivanie v Rossii. Problemy i puti ikh resheniya // V sbornike: Agrolesomeliatsiya v sisteme adaptivno-landshaftnogo zemledeliya: poisk novoy modeli (k 90-letiyu akademika RASKhN Ye. S. Pavlovskogo) materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii aspirantov i molodykh uchenykh. Volgograd. 2013. С. 5-10.

5. Kuzina Ye.V. Agrofizicheskie pokazateli chernozema vyshchelochennogo i urozhaynost zernovykh kultur pri resursosberegayushchey sisteme osnovnoy obrabotki pochvy // Nauchno-

prakticheskiy zhurnal Permskiy agrarnyy vestnik. 2013. № 3. С. 4-7.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. Vypusk vtoroy. Moskva, 1989. 194 s.

7. Mikhaylova Z.I., Mikhaylov A.A., Vakulenko O.V. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na produktivnost zernovykh kultur // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 4 (115). С. 10-15.

8. Mikhin D.V. Mikroklimat i bioproduktivnost selkhoz kultur v sisteme lesnykh poloc // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 4 (39). С. 309-313

9. Paramonov Ye.G. Lesopolosy i uvlazhnenie mezhpolosnykh poley // Vestnik Altay-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 11 (109). С. 52-54.

10. Rulev A.S., Belyakov A.M., Sarychev A.N. Issledovanie proyavleniya deflyatsii pochv v usloviyakh Volgogradskoy oblasti // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. 2016. № 2 (42). С. 101-107.

11. Seylgazina S.M., Abdykarimova D.S. Resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdeystviya yachmenya na osnove minimalnoy i nulevoy obrabotki pochvy v usloviyakh sukhostepnoy zony Vostochnogo Kazakhstana // Nauchnyy Almanakh assotsiatsii France-Kazakhstan. 2015. № 1. С. 89-98.

12. Trots V.B. Agroekologicheskoe vliyanie polezashchitnykh lesnykh polos // Izvestiya Orenбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 189-192.

13. Dafa-Alla, M.D., Nawal, K.N., 2011. Al-Amin Design, Efficiency and Influence of a Multiple-Row, Mix-Species Shelterbelt on Wind Speed and Erosion Control in Arid Climate of North Sudan // Research Journal of Environmental and Earth Sciences 3(6): 655-661.

УДК 633.367.2: 631.524.5:631.524.85

ОЦЕНКА ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ У ОБРАЗЦОВ *LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.

Власова Е.В., ФГБНУ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства;

Охотникова М.А., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Исследование проводилось с целью изучения и выделения ценных генотипов люпина узколистного для использования их в селекции на адаптивность, одним из аспектов которой является засухоустойчивость. Одной из характеристик засухоустойчивости является водоудерживающая способность листьев, которую в представленном опыте определяли методом «завядания» по Арланду. Оценивали потери воды насыщенных влагой листьев образцов люпина узколистного после 12-часового завядания. Определяли площадь листа (см^2), содержание сухого вещества (%) и расход запасов воды (РЗВ) за 12 часов (%). Водоудерживающую способность рассчитывали как показатель, обратный РЗВ. По результатам статистической обработки результатов опыта девять образцов люпина узколистного по показателю водоудерживающей способности (%) разделились следующим образом: к-3640 Брянский 932, Брянск; к-3508 Брянский 268, Брянск; к-3373 *Sir*, Польша; к-3059 *Gungah*, Австралия (43,0...44,2 %); к-1907 Стодолищенский Л-610, Смоленская обл.; к-1466 Розовый ранний, Латвия (50,0...54,6 %), к-1981 Немчиновский 846, Московская обл. (60,1 %), к-3390 *Lir* 155/80, Италия; к-2245 № 119, Московская обл. (66,9...67,5 %). При этом полученные достоверные высокие значения положительной корреляции ($r=0,91$) свидетельствовали о тесной прямой связи водоудерживающей способности и площади листа. Наибольшими значениями водоудерживающей способности (60,1-67,5 %) характеризовались образцы с наибольшей площадью листа (9,7-12,9 см^2). Однако внутри группы мелколистных образцов (6,8-8,8 см^2) установленная корреляция отсутствовала. Выдвинуто предположение, что крупнолистные формы в условиях умеренной засухи могут конкурировать с мелколистными формами.

Ключевые слова: люпин узколистный, водоудерживающая способность, площадь листа

Для цитирования: Власова Е.В., Охотникова М.А. Оценка водоудерживающей способности листьев у образцов *Lupinus Angustifolius* L. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С.27-30.

Введение. Проблема устойчивости к засухе является актуальной для культуры люпина, возделываемой в различных природно-климатических зонах мира [1, с. 872–877]. Поскольку засухоустойчивость является комплексным показателем, для оценки внутривидовой изменчивости по этому признаку и выявления высокоустойчивых форм используются различные методы оценки. Получил широкое распространение и успешно применялся на люпине лабораторный метод проращивания семян в растворах осмотиков, имитирующих недостаток влаги [2, с. 115-116; 3, с. 10-11]. Оценка внутривидового разнообразия люпина узколистного проводилась по

морфолого-анатомическим характеристикам листа, которая позволила выявить девять типов структуры листа от мезоморфного до ксероморфного [4, с. 241-254]. Рассматривая микроэволюционные изменения морфолого-анатомической структуры листа люпина узколистного, Купцов Н.С. пришел к выводу, что «мелкий лист», как ксероморфный признак, не только обеспечивает приспособленность к засушливым условиям, но и позволяет формировать густые посевы за счет устойчивости к плотному моноценозу [4, с. 238-240].

Методика оценки водоудерживающей способности, основанная на учете потери воды

завядающими листьями через определенные промежутки времени [5, с. 67], позволяет оценить водоудерживающие силы, обусловленные в основном содержанием в клетках осмотически активных веществ и способностью коллоидов к набуханию. Она используется на различных культурах (зерновых, овощных, плодовых). При этом во многих опытах корреляционная связь водоудерживающей способности листьев с их площадью была различной: от прямой (положительной) до обратной (отрицательной) либо отсутствовала [6, с. 13-16; 7, с. 39-42].

Цель исследования: провести сравнительную оценку водоудерживающей способности форм с различной площадью листьев.

Материалы и методика исследований. Объектом исследования были 9 образцов люпина узколистного из коллекции ВИР, которые выращивались в полевом опыте ФГБНУ ВСТИСП на делянках 2 м². Образцы различались по размерам, форме листа и происхождению:

- с широким листом (соотношение длины листочка к ширине 6,3...7,2): к-1466 Розовый ранний, Латвия; к-3390 Lup 155/80, Италия, к-2245 № 119, Московская обл.; к-3508 Брянский 268; к-3640 Брянский 932, Брянск;
- узколистные (соотношение длины листочка к ширине 8,1...8,6): к-1907 Стодолищенский Л-610, Смоленская обл.; к-1981 Немчиновский 846 Московская обл.; к-3373 Sur, Польша; к-3059 Gungurru Австралия.

Для определения водоудерживающей способности и площади листьев отбирали образцы здоровых, интенсивно функционирующих, но закончивших рост листьев главного стебля из верхнего яруса растений, выращенных в средней части делянки. Отборы проводили в двухкратной повторности в фазу роста в длину (фаза 3.39 в соответствии с кодами ВВСН). Повторность составляли десять листьев с разных растений. Взятие образцов проводили в дождливую погоду, утром 21.06.2017 г. в 9⁰⁰ час. Дождь шел в течение двух суток, предшествовавших взятию образцов, поэтому листья были насыщены влагой.

Водоудерживающую способность листьев определяли методом «завядания» по Арланду с помощью весового метода [5, с. 67]. Для этого брали целые пальчатые листья и отделяли от них черешки. После удаления капель воды с помощью фильтровальной бумаги помещали на

подложку и при постоянной температуре воздуха 20°C оценивали убыль в массе в результате завядания через каждые 12 часов, и дополнительно, в дневное время суток – через каждый час. По результатам измерений проводили расчеты следующих величин по формулам:

1. Содержание сухого вещества (%):

$$\% \text{с. в.} = \frac{V_{\text{сух}} \times 100}{V_{\text{сыр.}}}$$

2. Расход запасов воды (%) за 12 часов:

$$\text{РЗВ} = \frac{(V_{\text{сыр.}} - V_{\text{завяд.}}) \times 100}{V_{\text{сыр.}} - V_{\text{сух.}}}$$

3. Водоудерживающая способность:

$$\text{ВСП} = 100 - \text{РЗВ},$$

где $V_{\text{сух.}}$ – вес сухого листа, г;

$V_{\text{сыр.}}$ – вес сырой массы листа до завядания, г;

$V_{\text{завяд.}}$ – вес сырой массы листа после 12-часового завядания

Для определения площади листовой пластинки ее обводили на масштабной координатной чертёжной бумаге. Площадь листовой пластинки определяли суммированием числа целых и половинок квадратиков 1 мм². Сумма площадей листовых пластинок семи листочков, входящих в пальчатосложный лист, образовывала площадь целого листа. Полученные значения в таблице 1 представлены с 95 % доверительным интервалом: $x_{\text{ср}} \pm t_{05} Sx_{\text{ср}}$, где t_{05} – критерий Стьюдента, $Sx_{\text{ср}}$ – ошибка выборочной средней.

Статистическую оценку водоудерживающей способности проводили методами однофакторного дисперсионного и парного корреляционного анализа, по Доспехову Б.А. (1979) с использованием программы Excel.

Результаты исследований. По площади листьев изучаемые образцы распределились следующим образом (табл. 1):

- 6,8-7,7 см²: к-3059 Gungurru (Австралия), к-1907 Стодолищенский Л-610 (Россия); к-3508 Брянский 268 (Россия); к-3373 Sur (Польша);

- 8,6...8,8 см²: к-1466 Розовый ранний (Латвия), к-3640 Брянский 932 (Россия).

- 9,7 см²: к-1981 Немчиновский 846 (Московская обл.)

- 12,5-12,9 см²: к-3390 Lup 155/80 (Италия), к-2245 №119 (Московская обл.).

Показатели веса насыщенных влагой (2,7-4,3 г) и сухих (0,48-0,76 г.) листьев в высокой степени положительно коррелировали с площадью листа ($r=0,9$), но при этом отсутствовала достоверная корреляция площади листа с

процентным содержанием сухого вещества. вероятности 95 %) было ниже критических значений (0,67). Значение коэффициента корреляции $r=0,26$ (при

Таблица 1 – Характеристики водоудерживающей способности образцов люпина узколистного

№ по кат ВИР, название образца	площадь листа, см ²	% сухого вещества		ВСП, %
		0 час.	12 час.	
к-3059 Gungurru	6,8±0,3	16,6	31,5	42,98
к-3508 Брянский 268	7,2±0,6	19,0	35,3	43,02
к-1907 Стодолищенский Л-610	7,2±0,3	17,8	30,1	50,05
к-3373 Sur	7,7±0,5	16,9	31,4	44,24
к-1466 Розовый ранний	8,6±0,3	19,2	30,2	54,58
к-3640 Брянский 932	8,8±1,1	14,5	27,9	43,77
к-1981 Немчиновский 846	9,7±1,0	17,1	25,6	60,09
к-3390 Lup 155/80	12,5±0,8	17,6	24,0	67,45
к-2245 №119	12,9±0,8	15,8	21,9	66,88
НСР ₀₅		1,2	4,5	6,57
Значение коэффициента корреляции с площадью листа(r)		-0,26	-0,91	0,91

Самыми низкими показателями содержания сухого вещества характеризовались образцы с различными значениями площади листа: средними (к-3640 Брянский 932), наименьшими (к-3059 Gungurru), наибольшими (к-2245 №119). Наибольшим содержанием сухого вещества (19,0 и 19,2 %) характеризовались образцы также различающиеся по площади листа: с минимальными (к-3508 Брянский 268) и с промежуточными (к-1466 Розовый) значениями.

После 12-часового подвяливания листья теряли от 32,55 до 57,02 % влаги. В связи с тем что водоотдача крупнолистных образцов (с площадью листа 9,7...12,9 см²) была меньше

(32,6...39,9 %), чем мелколистных (45,42...57,02 %), содержание сухого вещества в листьях стало обратно пропорционально их площади ($r=-0,91$) (табл. 1). В результате получены высокие значения положительной корреляции водоудерживающей способности листьев с их площадью ($r=0,91$) (рис.1). Следует отметить, что значения коэффициентов корреляции площади листа с содержанием сухого вещества и водоудерживающей способностью были справедливы только для всей выборки девяти образцов, при этом внутри группы шести сравнительно мелколистных образцов с площадью листа 6,8...8,8 см² корреляция отсутствовала.

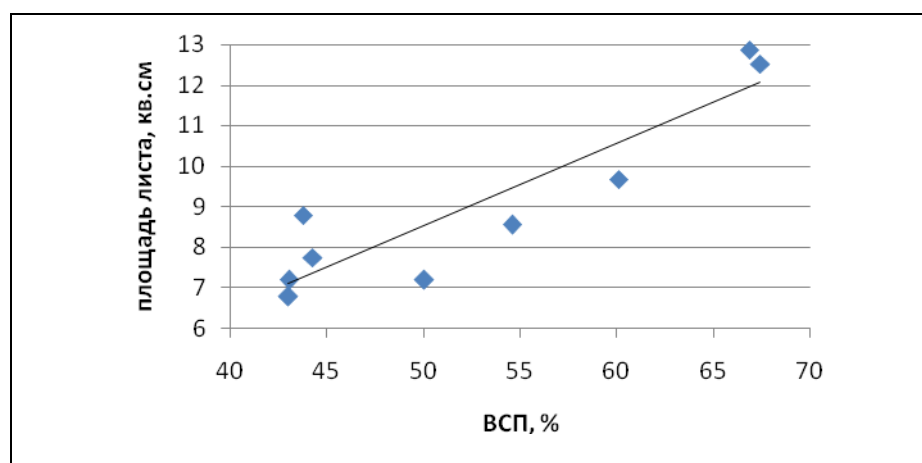


Рисунок 1 – Корреляция водоудерживающей способности с площадью листа у изучаемого набора образцов люпина узколистного

Образцы люпина узколистного по водоудерживающей способности (%) разделились следующим образом: к-3640 Брянский 932, к-3508 Брянский 268; к-3373 Sur; к-3059 Gungurru (43,0...44,2 %); к-1907 Стодолищенский Л-610, к-1466 Розовый ранний (50,0...54,6 %), к-1981 Немчиновский 846 (60,1 %) к-3390 Lup 155/80 к-2245 №119 (66,9...67,5 %).

Выводы. Наиболее высокими значениями водоудерживающей способности (60,1-67,5 %) характеризовались образцы к-1981 Немчиновский 846; к-3390 Lup 155/80; к-2245 № 119 с наибольшей площадью листа (9,7-12,9 см²).

В группе мелколистных образцов с площадью листа 6,8-8,8 см² показатель площади листа не оказывал определяющего влияния на водоудерживающую способность.

Полученные результаты позволяют предположить, что крупнолистные формы в условиях умеренной засухи могут конкурировать с мелколистными формами, что, однако, требует проверки с использованием дополнительных методов оценки засухоустойчивости.

Список используемой литературы

1. Graham P.H., Vance C.P. Legumes: importance and constraints to greater use // Plant Physiol. 2003. 131. P. 872–877.

2. Курлович Б.С., Репьев С.И., Щелко Л.Г. и др. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль) /под ред. Б.С. Курловича, С.И. Репьева (Теоретические основы селекции растений. Т.III). СПб.: ВНИИР, 1995.

3. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Куренская О.Ю. и др. Сравнительная оценка засухоустойчивости сортов и сортообразцов кормового люпина // Аграрная наука. 2015. № 8. С. 10-11.

4. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин: генетика, селекция, гетерогенные посевы. Брянск, Клинтцы: «Белый город», 2006.

5. Третьяков Н.Н., Карнаухова Т.В., Паничкин Л.А. и др. Практикум по физиологии растений, 3-е изд., перераб. и доп. М.: «Агропромиздат», 1990.

6. Боме Н.А., Ушакова Т.Ф., Моденова Е.А., Боме А.Я. Изучение зависимости водоудерживающей способности листьев *Triticum aestivum* L. от их линейных размеров и площади // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4 (46). Часть 6. С.13-16.

7. Зарицкий А.В., Саяпина А.Г. Использование водоудерживающей способности листьев для оценки засухоустойчивости черной смородины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 7 (93). С 39-42.

References

1. Graham P.H., Vance C.P. Legumes: importance and constraints to greater use // Plant Physiol. 2003. 131. P. 872–877.

2. Kurlovich B.S., Repev S.I., Shchelko L.G., i dr. Genofond i selektsiya zernovykh bobovykh kultur (lyupin, vika, soya, fasol) /pod red. B.S. Kurlovicha, S.I. Repeva. (Teoreticheskie osnovy selektsii rasteniy. T.III). SPb.: VNIIR, 1995.

3. Naumkin V.H., Naumkina L.A., Kurenskaya O.Yu. i dr. Sravnitel'naya otsenka zasukhoustoychivosti sortov i sortoobraztsov kormovogo lyupina // Agrarnaya nauka. 2015. №8. S. 10-11.

4. Kuptsov N.S., Takunov I.P. Lyupin: genetika, selektsiya, geterogennye posevy. Bryansk, Klintsy: «Belyy gorod», 2006.

5. Tretyakov N.N., Karnaukhova T.V., Panichkin L.A. i dr. Praktikum po fiziologii rasteniy, 3-e izd., pererab. i dop. M.: «Agropromizdat», 1990.

6. Bome N.A., Ushakova T.F., Modenova Ye.A., Bome A.Ya. Izuchenie zavisimosti vodouderzhivayushchey sposobnosti listev *Triticum aestivum* L. ot ikh lineynykh razmerov i ploshchadi // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2016. №4 (46). Chast 6. S.13-16.

7. Zaritskiy A.V., Sayapina A.G. Ispolzovanie vodouderzhivayushchey sposobnosti listev dlya otsenki zasukhoustoychivosti chernoy smorodiny // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 7 (93). S 39-42.

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ЗАДЕЛКИ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Мельцаев И.Г., ФБГНУ Ивановский НИИСХ

Известно, что гумус – устойчивый продукт разложения органического вещества и считается обязательным компонентом плодородной почвы. Для формирования гумусовых веществ важными условиями являются наличие в почве органического субстрата и разной почвенной фауны, том числе дождевых червей, грибов и бактерий. Процесс гумификации наиболее интенсивно протекает в двух случаях: при «обсемененности» почвы аэробными и анаэробными бактериями. Аэробный процесс протекает при достаточном содержании в пахотном слое свободного кислорода. Анаэробная минерализация субстрата происходит при отсутствии или минимальном его наличии в нижнем горизонте. Такие факторы жизнедеятельности для бактерий можно создать глубокой заправкой органического вещества ярусным плугом ПЯ-3-35 на 25-27 см, предварительно перемешав его в слое 6-8 см. Запаханное в нижний слой органическое удобрение минерализуется в основном анаэробными бактериями, а заделанные в последующем в верхний слой растительные остатки – аэробными микроорганизмами. При такой заделке торфяно-навозного компоста происходит повышение плодородия нижней части пахотного слоя, который со временем становится плодороднее верхнего и среднего горизонтов. Формируется обратнотетерогенное по плодородию строение пахотного слоя. По глубокой заделке компоста не только повышается содержание гумуса в слое 20-30 см, но и улучшается углеродно-азотное соотношение. Это способствует улучшению азотного питания возделываемых сельскохозяйственных растений в течение всей их вегетации. Масса гумифицированного органического вещества по глубокой заправке компоста в 1,5-2 раза выше, чем по дисковой обработке на 15-17 см и обычной заделке на 20-22 см. Разные дозы заделанного торфяно-навозного компоста ярусным плугом на 25-27 см способствовали не только повышению содержания гумуса в почве, но и улучшению соотношения углерода к азоту, благодаря этому улучшилось обеспеченность растений азотом в течение всей их вегетации. Это, в свою очередь, благоприятствовало получению более высокого урожая выращиваемых культур с единицы севооборотной площади.

Ключевые слова: плодородие почвы, обработка, минерализация органического вещества, коэффициент гумификации и накопления энергии, углеродно-азотное соотношение и урожай.

Для цитирования: Мельцаев И.Г. Влияние приемов заделки органического удобрения на плодородие почвы и ее продуктивность // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 31-35.

Введение. Гумус считается наиболее устойчивым продуктом разложения и является обязательным компонентом почвы. Разложение гумуса – один из факторов, обуславливающих устойчивость агросистем. Он считается ключевым блоком в почвенно-экологическом мониторинге, поскольку гумус почвы – это состояние его количественных и качественных характеристик, определяющий основные свойства почвы и ее режимы, трансформацию и миграцию поступающих в

процессе интенсификации земледелия токсичных веществ. Содержание и качественный состав гумуса в почве – показатель нестабильный и слабо поддается воздействию антропогенных факторов. При определении плодородия почв мало учитывать только содержание гумуса, необходимо также вести учет его качественного состояния.

Заметные изменения в показателях качества гумуса вызывает длительное и систематическое применение удобрений. При этом групповой со-

став гумуса существенно не изменяется. Отношение Сгк:Сфк несколько увеличивается при внесении навоза, но остается соответствующим типом гумуса, характерным зональному процессу его формирования. В то же время органические и минеральные удобрения изменяют фракционный состав гумуса, способствуют накоплению подвижных его форм и повышают их активность. В некоторых случаях этот процесс носит негативный характер. При длительном применении одного минерального удобрения происходит перераспределение фракционного состава гумуса – увеличиваются лабильные гумусовые вещества, но уменьшаются наиболее ценные образования, которые тесно связаны с кальцием [1].

Органическое вещество и его трансформация играют значительную роль в формировании почвы, ее важнейших свойств и признаков – различных форм буферности, санитарно-защитных функций и сорбционных свойств. Почва выступает регулятором распространения в ней живых организмов, выполняя функцию генерирования и сохранения биологического разнообразия.

Дерново-подзолистые почвы отличаются низкой «обсемененностью» почвенными микроорганизмами, невысоким плодородием и слабой устойчивостью к различным видам токсиантов. Все важнейшие почвенные процессы протекают при прямом или косвенном участии органического вещества. Уменьшение содержания гумуса ухудшает условия развития полезной микрофлоры, в том числе и «почвоочи-стительной», приводит к утрате запасов внут-рипочвенной энергии, элементов минерального питания, к усилению процессов смыва, денудации и вымывания, что вызывает деградацию почвы. Гумус, обладая высокой сорбционной способностью, образует с токсикантами и тяжелыми металлами малоподвижные соединения и тем самым предотвращают поступление их в выращиваемую продукцию. Ухудшение состояния почвенного покрова создает условия для продуцирования почвенными микроорганизмами микотоксинов, что может привести к непредсказуемым экологическим последствиям. Из литературных источников известно, что органическое удобрение на 25-65 % превосходит минеральное по величине биоутилизации азота, это положительно влияет на процесс новообразования гумуса. Постоянное использование азота из органического в удобрения наряду

с улучшением азотного питания растений активизирует в почве процесс гумификации.

В.А. Черников [и др.], рассматривая процессы превращения органического вещества почвы в гумус с позиции термодинамики открытых систем, отмечают, что убыль свободной энергии в почвенной системе покрывается за счет притока отрицательной энергии, возникающей при разложении растительных остатков, поступающих в почву. При этом увеличение отрицательной энергии (негэнэргии) при возрастании количества поступающих растительных остатков в систему, будет ее переводить в новое состояние с более высоким энергетическим уровнем. Гумусовые соединения почвы стабильны до тех пор, пока имеют связь с окружающей средой. Поэтому необходим постоянный приток в почву свежего органического вещества в виде растительных остатков и органического удобрения для поддержания соответствующего уровня стабилизации гумусового состояния и структуры почвы [2].

Регулирование содержания органического вещества обеспечивается путем имитации степени открытости и закрытости системы: минимализацией или интенсификацией обработки почвы. Важное значение для повышения плодородия имеет севооборот, изменяя в нем соотношение культур, таким образом почву можно пополнять органическим веществом. Поэтому основной задачей земледелия является поддержание в почве определенного количества лабильных органических веществ, при которых обеспеченность почвенными питательными веществами была бы достаточной для получения планируемого урожая при существующей зональной системе земледелия.

С.С. Сдобников [3] писал, что технология глубокой послойной заправки навоза ярусным плугом оказывает сильное окультуривающее воздействие на тот слой, куда запахан навоз и подпочву. При этом сдерживается минерализация органического вещества и снижаются потери минеральных форм азота от вымывания из почвы. Благодаря этому, происходит накопление гумуса и улучшение агрохимических, агрофизических показателей плодородия почвы. Коэффициент гумификации возрастает с 13-16 % по традиционной вспашке ПН-4-35 на 20-22 см, до 36-37 % по плугу ПНЯ-4-40 на 25-27 см.

А.Н. Жуков, П.Д. Попов [4] пишут, что коэффициент гумификации органического веще-

ства зависит от механического состава почвы. Из 1 т подстилочного навоза при внесении в дерново-подзолистую суглинистую почву формируется 60 кг, супесчаную – 50 кг гумуса. При использовании торфонавозного компоста на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в соотношении (1:1) – содержание гумуса повысилось по отношению к исходному значению на 53,6 %, а навоза – на 36,8 %.

Цель исследований. Целью исследований было выявление влияния заделки ТНК на содержание гумусовых веществ в слоях почвы, на соотношение гуминовых кислот к фульвокислотам, углеродно-азотное отношение, коэффициентов гумификации органического вещества и накопления энергии в растительной массе и урожая с севооборотной площади.

Методика исследований. Исследования проводились на дерново-подзолистой почве легкого гранулометрического состава в севообороте, коэффициент использования пашни – 1,3. В начале закладки опыта содержание гумуса в почве в среднем на исследуемых делянках было на уровне 1,68 %, подвижного фосфора – 135 мг/кг почвы, обменного калия – 125 мг/кг, поглощенных оснований 12,1 мг-экв/100 г почвы, насыщенность оснований 79 %, pH почвенного раствора – 5,9.

В опыте изучались три технологии заделки торфонавозного компоста: запашка ярусным плугом на 25-27 см, предварительно перемешав в слое 6-8 см тяжелой дисковой бороной, обычным плугом на 20-22 см и заделка дисковой БДТ-3 на 15-17 см. Контрольным вариантом служила делянка без внесения ТНК, а заделывались только пожнивно-корневые остатки, в среднем 4,5 т/га.

Агрометеорологические условия за время проведения опыта сложились по-разному: первые 4 года оказались с небольшим количеством осадков, следующие 2 года были относительно влажными, а последний – переувлажненным.

Результаты исследований и их обсуждение. В нашем опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве по технологии обычной запашки 100 т/га торфонавозного компоста среднее значение содержания гумуса по отношению к исходной величине повысилось на 4,7 % в относительных величинах и на 0,08 % в абсолютных числах. Наибольшее накопление гумусового вещества на этой делянке отмечено на третий год проведения опыта. В этот год его содержание было на уровне 1,94 %, при исходном значении – 1,75 %. Необходимо обратить внимание на то, что приращение и снижение гумуса происходили относительно плавно (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса по технологиям заделки компоста в слое 0-30 см в дерново-подзолистой почве, %

Вариант опыта	Годы								
	0	1	2	3	4	5	6	7	1-7
1	1,75	1,78	1,78	1,74	1,77	1,65	1,74	1,64	1,72
2	1,72	1,74	1,85	1,94	1,81	1,74	1,75	1,74	1,80
3	1,73	2,00	2,15	2,27	2,39	2,34	2,26	2,14	2,22
4	1,67	1,95	1,98	2,21	2,24	2,19	2,08	2,01	2,10
5	1,65	1,85	1,95	2,09	2,14	2,03	1,95	1,87	1,98
6	1,64	1,80	1,87	1,93	2,03	1,96	1,85	1,79	1,89
7	1,66	1,80	1,98	1,80	1,78	1,70	1,67	1,66	1,77

Примечание. 1. ПН-4-35 на 20 -22см 0 т/га. 2. ПН-4-35 на 20 -22см 100 т/га ТНК.

3. ПЯ-3-35 на 25-27 см 140 т/га. 4. ПЯ-3-35 на 25-27 см 100 т/га. 5. ПЯ-3-35 на 25-27 см 70 т/га.

6. ПЯ-3-35 на 25-27 см 60 т/га. 7 БДТ-3 на 16-17 см 100 т/га.

На варианте дисковой обработки на 15-17 см увеличение гумуса в среднем за ротацию севооборота составило 6,6 % (или 0,11 % абсолютных числах). На этом участке максимальное содержание гумуса пришлось на 2 год исследований и достигло значения 1,98 %, затем процесс пошел на затухание. Что касается контрольного вариан-

та, где не вносилось органическое удобрение, а использовались лишь только пожнивно-корневые остатки, к концу ротации севооборота выявлено уменьшение гумуса на 5 т/ га. Это свидетельствует о том, что в дерново-подзолистых почвах происходит деградация органического вещества из-за отсутствия его поступления.

Совершенно другую картину наблюдали по технологии глубокой заделки торфонавозного компоста. По глубоким заделкам наибольший прирост гумусовых соединений выявлено на 4 год опыта. В целом повышение гумуса за 7 лет исследований в первом случае составило 28,3 %, во втором – 25,6 %, в третьем – 20 %, а в

четвертом – 15,2 %.

Если рассматривать формирование гумусовых соединений по слоям, то мы увидим, что по обычной запашке на 20-22 см и дисковой заделке на 15-17 см наиболее плодородными оказались слои 0-10 и 10-20 см, хуже обстояло дело в нижнем горизонте (табл.2).

Таблица 2 – Динамика содержания гумуса в дерново-подзолистой почве по разным дозам торфонавозного компоста и технологиям заделки, %

Год опыта	Слой почвы, см	Варианты							
		1	2	3	4	5	6	7	1-7
Исходные значения	0-10	2,26	2,20	2,20	2,16	2,11	2,15	2,08	2,16
	10-20	2,13	2,10	2,08	2,06	1,98	2,05	2,09	2,07
	20-30	0,87	0,79	0,90	0,78	0,85	0,95	0,80	0,84
Первый	0-10	2,28	2,23	2,15	2,18	2,06	2,02	2,14	2,15
	10-20	2,15	2,10	2,19	2,08	2,09	2,04	2,17	2,12
	20-30	0,90	0,85	1,68	1,58	1,40	1,35	1,11	1,26
Второй	0-10	2,18	2,38	2,13	2,05	1,90	2,05	2,49	2,17
	10-20	2,22	2,29	2,40	2,21	2,20	2,07	2,40	2,26
	20-30	0,94	0,93	1,95	1,68	1,75	1,50	1,04	1,26
Третий	0-10	2,21	2,35	2,23	2,24	2,17	2,10	2,34	2,23
	10-20	2,15	2,45	2,46	2,42	2,27	2,09	2,20	2,29
	20-30	0,85	1,10	2,16	1,98	1,84	1,61	0,85	1,48
Четвертый	0-10	2,25	2,30	2,22	2,24	2,28	2,18	2,18	2,24
	10-20	2,05	2,15	2,53	2,28	2,25	2,19	2,14	2,23
	20-30	1,01	1,05	2,43	2,08	1,90	1,73	0,92	1,59
Пятый	0-10	2,10	2,16	2,10	2,14	2,16	2,10	2,04	2,11
	10-20	2,00	2,07	2,35	2,26	2,18	2,12	2,10	2,15
	20-30	0,85	1,00	2,57	2,18	1,80	1,67	0,96	1,83
Шестой	0-10	2,15	2,06	2,30	2,20	2,10	2,10	2,09	2,14
	10-20	2,05	2,10	2,17	2,12	2,12	2,08	1,96	2,09
	20-30	0,95	1,10	2,37	1,92	1,63	1,42	0,98	1,48
Седьмой	0-10	2,08	2,16	2,21	2,20	2,16	2,05	2,06	2,13
	10-20	1,94	2,10	2,08	2,07	2,07	1,96	2,00	2,03
	20-30	0,90	0,96	2,18	1,79	1,52	1,37	0,93	1,38
Среднее за 7 лет	0-10	2,18	2,23	2,19	2,18	2,12	2,09	1,90	2,13
	10-20	2,08	2,18	2,31	2,21	2,17	2,08	1,40	2,06
	20-30	0,91	0,99	2,19	1,89	1,69	1,52	0,70	1,41

Нижний же горизонт 20-30 см получился менее гумусированным. Причина этому – практическое отсутствие в нижнем профиле органического субстрата. Поэтому и формирование гумусовых соединений происходило не в таких масштабах, каким оно было на варианте глубокой запашки. При достаточном количестве органического вещества и процессах минерализации в анаэробных и аэробных условиях его трансформация протекала более интенсивно,

благодаря выделяемым при этом органическим кислотам. На варианте 140 т/га торфонавозного компоста его значение составило 2,39 %, 100 т/га – 2,24, 70 и 60 т/га соответственно 2,14 и 2,03 %, при исходных показателях – 1,73, 1,67, 1,65 и 1,64 %. В некоторые годы содержание гумуса в нижнем слое было даже выше, чем в верхнем и среднем слоях. Особенно это резко выражено на вариантах с дозами 140 и 100 т/га. В некоторые годы здесь отмечалось обратное-

терогенное строение пахотного слоя почвы.

Важным показателем минерализации органического удобрения считается коэффициент его гумификации. Как показали исследования, гумификация по разным дозам и приемам заделки существенно разнится.

В нашем опыте по технологии заделки торфонавозного компоста тяжелой дисковой бороной он составил 24 %, при применении обычного плуга – 30 %, по ярусной запашке он варьировал от 50 до 80 %. По мере увеличения дозы коэффициент гумификации возрастал. Это говорит о более интенсивной трансформации органического вещества в гумусовые соединения. Если по технологии неглубокой заделки торфонавозного компоста существенного окультуривания нижнего слоя 20-30 см не наблюдали, то глубокой ярусной запашке, наоборот, выявлено заметное повышение плодородия почвы. На всех исследуемых участках при использовании в технологии двухъярусного плуга нижний подпахотный слой имел в конце исследований более высокое содержание гумуса по сравнению с исходным показателем. Об этом свидетельствует отношение гуминовых кислот к фульвокислотам. На участках обычной запашки и дискования оно получилось 1,16 и 1,11, на делянках же глубокой запашки варьировало от 1,24 (60 т/га) до 1,44 (140 т/га). По дозам 100 и 70 т/га получили 1,37, минимальным это соотношение выявлено на контрольной делянке (0,86).

Что касается соотношения углерода к азоту, то здесь больших отклонений не отмечено. Наименьшим оказалось на 1 и 7 делянках – 10,1 и 10,9. При запашке обычным плугом получили 11,4 и примерно столько же выявили по заделке 60 т/га на 25-27 см ярусным плугом. По остальным дозам 70-100-140 т/га оно составило 11,6 и 11,9. Известно, что при минимальном соотношении углерода к азоту, последний интенсивнее используется растительным сообществом для производства органического вещества.

Как известно, плодородная почва с учетом других факторов обеспечивает получение большего количества продукции растениеводства. В зависимости от дозы внесения торфонавозного компоста и полученной продукции нами был сделан расчет накопленной солнечной энергии в произведенной растениеводческой продукции на единицу затраченной промышленной энергии в виде горюче-смазочных материалов.

Наибольшее накопление энергии за ротацию севооборота получено на контрольном варианте. При урожае 252 ц коэффициент накопления составил 14,2. Здесь следует отметить то, что на этом варианте ТНК не вносился, и поэтому затрат энергии на ГСМ не было, это и предопределило такой высокий коэффициент. Одинаковым он получился на вариантах запашки 100 т/га ПН-4-35 на 20-22 см и 140 т/га ярусным плугом на 25-27 см – 3,23, при урожаях 280 и 326 ц. По дозам 100 и 70 т/га по плугу ПЯ-3-35 при валовом сборе 300 и 293 ц оказались – 3,52 и 3,54. По заделке 60 т/га с урожаем 281 ц коэффициент составил 4,97, а по дисковой бороне эти значения были 3,33 и 280 ц.

Выводы. Многолетние исследования на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве дают нам основание сделать следующие выводы: по технологии глубокой ярусной запашки органического удобрения растения в течение всей их вегетации равномернее обеспечены элементами питания. По глубокой ярусной заделке компоста процесс минерализации в почве протекает в течение 6-7 лет, по дисковой и обычной заделкам не более 3 лет. На делянках глубокой запашки лучше углеродно-азотное соотношение, выше коэффициент гумификации и урожай культур, и тем самым больше накопленной солнечной энергии в полученной биомассе.

Список используемой литературы

1. Ганжара Н.Ф. Гумус, свойства почвы и урожай // Земледелие. № 12. 1989. С. 23-27.
2. Черников В.А и др. Агроэкология: учебник, под ред. В.А. Черникова. М.: «Колос», 2000
3. Сдобников С.С. Пахать или не пахать. Монография. М.: «Брукс», 1994.
4. Жуков А.И., Попов П.Д. Регулирование баланса гумуса в почве М.: «Росагропромиздат», 1988.

References

1. Ganzhara N.F. Gumus, svoystva pochvy i urozhay // Zemledelie. № 12. 1989. S. 23-27.
2. Chernikov V.A i dr. Agroekologiya: uchebnik, pod red. V.A. Chernikova. M.: «Kolos», 2000.
3. Sdobnikov S.S. Pakhat ili ne pakhat. Monograf. M.: «Bruks», 1994.
4. Zhukov A.I., Popov P.D. Regulirovanie balansa gumusa v pochve M.: «Rosagropromizdat», 1988

УДК 633.521: 631.527: 632.43

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, ФУНГИЦИДОВ, ГЕРБИЦИДОВ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ В ЛЬНОВОДСТВЕ

Алибеков М.Б., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Савоськина О.А., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Кудрявцев Н.А., Институт льна – филиал ФГБНУ ФНЦ ЛК «Федеральный научный центр лубяных культур»;

Зайцева Л.А., Институт льна – филиал ФГБНУ ФНЦ ЛК «Федеральный научный центр лубяных культур».

В 2014-2017 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института льна в Торжокском районе Тверской области изучалось влияние на фитосанитарное состояние и урожай посевов льна новых регуляторов роста и их композиций с другими пестицидами (Авибиф С /150 мл/т/, а также Авибиф С в сниженной норме применения /75 мл/т/ в смеси с фунгицидом ТМТД /2 л/т/ - для предпосевной обработки семян; кроме того Авибиф П /150 мл/га/ в смеси с гербицидами Хармони /10 г/га/ + Кортес /5 г/га/ + Тарга Супер /1,5 л/га/ - для применения по вегетирующим растениям). Схемы опытов предусматривали контроли (без обработки), базовые варианты (с протравливанием семян и обработкой посевов стандартными /эталонными/ пестицидами), а также новые способы инкрустирования семян, опрыскивания посевов и их все возможные сочетания по моделям с перекрестными делянками полных факториальных экспериментов (КРИСС-КРОСС ПФЭ). Расположение делянок опытов – рандомизированное, повторность – четырехкратная. Установлено, что при обработке семян льна препарат Авибиф С позволяет уменьшать на 50 % норму применения протравителя ТМТД без снижения фитосанитарного эффекта против патогенных грибов (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley, *Ozonium vinogradovi* Kudr.) и с его повышением против бактериальных болезней (*Bacillus macerans* Schard.). Прорастание семян было более дружным и полным при обработке их Авибифом С /150 мл/т/ и его половинной нормой применения совместно с ТМТД /2,0 л/т/ - в сравнении с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД /4,0 л/т/). При обработке посевов добавление к гербицидной смеси Авибифа П /150 мл/га/ ускорило рост растений, увеличило их выживаемость к периоду уборки. Применение Авибифа (С и П) способствовало формированию большей технической длины стебля, лучшей по качеству льносоломой. Оно обеспечило по отношению к стандартному варианту достоверное повышение урожайности льносоломой - на 25,5-25,9 ц/га, льносемян - на 3,0 ц/га. Стоимость дополнительной льнопродукции, полученной от применения Авибифа (С и П), как эффективных новых элементов технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на их реализацию в 11,19 раз.

Ключевые слова: лен, регулятор роста, фунгицид, гербицид, эффективность, сохранение урожая.

Для цитирования: Алибеков М.Б., Савоськина О.А., Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Возможности и проблемы применения регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций в льноводстве // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 36-42.

Получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в современных условиях при воздействии участвовавших абиотических стрессов

является приоритетным направлением аграрной науки. Во многих странах мира использование регуляторов роста считается необходимым

приёмом, положительно влияющим на устойчивость культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам. Кроме общих вопросов экологизации при возделывании льна, важно учитывать, что волокно и семена этой культуры используются как незаменимое сырьё для производства тканей и материалов, имеющих особые гигиенические, стратегические технологические свойства (в частности, перевязочных средств в медицине, ракетного, торпедного топлива, взрывчатых веществ в ВПК, лекарственных препаратов, масла пищевого и специального назначения). Эта продукция должна быть качественной и не должна содержать выше допустимого уровня остаточных количеств пестицидов [1, с. 4; 2, с. 23 Кудрявцев, Зайцева, 2014; 2016].

Повышение устойчивости культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам достигается различными способами, важнейшими из которых являются оптимизация минерального питания, внедрение сортов, приспособленных к конкретным природным зонам и использование регуляторов роста растений (РРР) - антистрессовых соединений различной природы [5, с. 176; 6, с. 18; 7, с. 175 Рассохин, 2008; Шаповал и др., 2008; Ниловская, Осипова, 2009].

Стрессы, возникающие на отдельных этапах органогенеза, приводят к нарушению метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур, и в результате, снижению продуктивности растений. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур [8, с.17; 9, с. 46 Чирков, 2009; Вихрева и др., 2011]. К таким соединениям относятся новые препараты серии Авибиф - полифункциональные полимеры, водорастворимые концентраты. Авибиф С, ВРК (150 г/л) предназначен для предпосевной обработки семян. Авибиф П, ВРК (150 г/л) - для опрыскивания посевов культурных растений. Считается, что базовый препарат Авибиф, ВРК (полидиаллилдиметиламмоний хлорид, 150 г/л) защищает сельскохозяйственные культуры от стрессовых ситуаций, например, смягчает гербицидный стресс. Он был зарегистрирован в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации» [10, с. 604 Гос. каталог /список/ пестицидов, 2014] и находил применение

при возделывании зерновых, зернобобовых культур, кукурузы, картофеля, сахарной свёклы и других культурных растений. Эффективность его применения обусловлена антибактериальным, фунгипротекторным и ростактивирующим действием, что положительно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшении качества их урожая. Препарат совместим с пестицидами и минеральными удобрениями, быстро и полностью растворяется, обеспечивая качественное приготовление рабочего раствора [6, с. 19 Шаповал и др., 2014].

Таким образом, следует считать целесообразным испытание новых препаративных форм препарата Авибиф (А. С и А. П) и его смеси с другими пестицидами на льне-долгунце.

Цель данной работы - изучение влияния на фитосанитарное состояние и урожай льна-долгунца применения новых регуляторов роста и их композиций с другими пестицидами (Авибиф С /150 мл/т/, а также Авибиф С в сниженной норме применения /75 мл/т/ в смеси с фунгицидом ТМТД, ВСК (тирам, 400 г/л) /2 л/т/ - для предпосевной обработки семян; кроме того Авибиф П /150 мл/га/ в смеси с гербицидами Хармони, СТС (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг) /10 г/га/ + Кортес, СП (хлорсульфурон, 750 г/кг) /5 г/га/ + Тарга Супер, КЭ (хизалофоп-П-этил, 51,6 г/л) /1,5 л/га/ - для применения по вегетирующим растениям).

Методы и условия НИР. Для реализации данной цели полевой трехлетний эксперимент был проведен в 2014-2017 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института льна в Торжокском районе Тверской области. Он предусматривал контроль (без обработки семян), стандартные варианты (с обработкой семян ТМТД /4 л/т/ и посевов - гербицидами без регулятора роста), а также представленные выше новые варианты обработки семян и посевов льна.

Методологию эксперимента предписывали методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [11 ВНИИЛ, 1978], по регистрационным испытаниям пестицидов [12; 13; 14 ВИЗР, 2009; 2009 (2); 2013]. Постановка опыта и статистико-агрономическая оценка его результатов уточнялись в соответствии с методикой научной агрономии [15; 16 Кирюшин, 2004; 2005]. Учетная площадь каждой делянки полевого эксперимента 2014-2016 гг. - 25 м². Расположение делянок - рандомизированное,

повторность – четырехкратная.

Почва на участках опыта – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднекислая, со средним содержанием подвижного фосфора и калия.

Агротехника возделывания льна-долгунца в полевом опыте была общепринятая для зоны. Предшественником льна в севообороте были многолетние травы. Основная обработка почвы: после уборки предшественника – лущение жнивьей и зяблевая вспашка. Весенняя обработка почвы складывалась из ранней и предпосевной культивации в 1 след с последующим боронованием в 2 следа перед посевом льна. Способ уборки и учета урожая культуры: ручное теребление льна (с вязкой в снопы) со всей учетной площади каждой делянки опыта, сушка снопов, поделяночный обмолот, очистка семян; сплошной учет урожая с пересчетом массы продукции после взвешивания на 100%-ную чистоту, 12%-ную влажность семян и 19%-ную влажность льносоломой.

Исследования проводили на сорте льна-долгунца «Ленок». Он выведен во ВНИИЛ методом гибридизации с последующим отбором на инфекционном фоне. Включен в Госреестр по Северо-Западному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам. Имеет следующие сортовые признаки: лист ланцетный, зеленый; лепесток голубой; пыльник синий; рыльце голубое; коробочка шаровидная, светло-желтая; семена коричневые; масса 1000 семян в среднем 4,8 г. Сорт среднеспелый, высокоурожайный по семенам и волокну, высоковолокнистый (содержание волокна в стебле до 32,4 %), считается устойчивым к ржавчине и фузариозу.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2014-2017 гг. были близкими к оптимальным для возделывания льна (ГТК /по Т.Г. Селянинову/ составлял 1,4-1,6).

Сроки применения изучаемых средств при обработке: семян – за неделю до посева (в начале мая каждого года); посевов – в фазу “елочки” льна (в июне 2014-2016 гг.). Способы применения: обработка (инкрустирование) семян растворами (суспензиями) препаратов Авибиф С и ТМТД /стандарт/; опрыскивание посевов в фазе “елочки” льна рабочими растворами композиций регулятора роста Авибиф П с гербицидами (Кортес /5 г/га/ + Хармони /10 г/га/ + Тарга Супер /1,5 л/га/); в контрольном варианте обработки посевов – опрыскивание теми же гербицидами без регулятора роста. Используемая аппаратура: ручной протравочный аппарат; ранцевый опрыскиватель “Рapid”. Расход рабочей жидкости: для обработки семян – 10 л/т; для обработки посевов – 200 л/га.

Из вредных объектов в процессе исследований проявились болезни льна: антракноз (возб. *Colletotrichum lini* Manns et Bolley), крапчатость /озонизм/ (в. *Ozonium vinogradovi* Kudr.), бактериоз (в. *Bacillus macerans* Schr.).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате работы выяснилось, что общая заражённость болезнями семян после их обработки регулятором роста Авибиф С (0,15 л/га) снизилась более чем на 30 % (по сравнению с необработанным контролем). Смесь его половинной нормы расхода (0,075 л/га) с традиционным протравителем семян – ТМТД (в сниженной норме применения – 2 л/т) ещё более действенно снизила заражённость семян антракнозом и крапчатостью (в сумме дополнительно на 0,5 %).

При фитопатологических учётах в поле также выявлена высокая эффективность обработки семян льна биологическим индуктором фитосанитарной устойчивости Авибиф С и его смесью с ТМТД - против болезней льна-долгунца (табл. 1).

Таблица 1 – Снижение распространенности антракноза, крапчатости, бактериоза всходов льна в связи с применением регулятора роста Авибиф С и фунгицида ТМТД (в среднем за 2014-2016 гг.)

№ п/п	Вариант	Поражённость болезнями (%)			Сильно пораженные (%)
		Антракнозом	Бактериозом	Крапчатостью	
1.	Контроль (без обработки)	12,5	11,0	11,5	6,0
2.	ТМТД, ВСК (4,0 л/т) стандарт	0,5	2,0	0,5	0,0
3.	Авибиф С (0,15 л/т)	0,5	0,5	0,0	0,0
4.	Авибиф С (0,075 л/т) + ТМТД (2,0 л/т)	0,5	1,0	0,5	0,0
М ± (ошибка полевого учета, %)		5,3	3,4	3,4	1,4

При этом отмечено снижение распространённости антракноза, крапчатости и бактериоза всходов более чем на 10 %, при 100 % устранении сильной степени поражения растений болезнями.

Прорастание семян ускорялось на 2-3 суток в связи с их обработкой препаратом Авибиф С (0,15 л/т) и этим же препаратом в половинной норме применения (0,075 л/т) совместно с ТМТД (2 кг/т) в сравнении с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД (4 кг/т /без добавления Авибифа С/).

В эксперименте проявился выраженный рост-стимулирующий эффект применения нового препарата на льне-долгунце как в чистом виде, так и в сочетании с ТМТД. В условиях, когда полевая всхожесть в контрольном и стандартном варианте не превышала 35,5...42,9 %, при обработке Авибиф С и его смесью с ТМТД семян их полевая всхожесть составила 61,1...67,6 %. Это позволило получить в новых вариантах близкую к оптимальной густоту стеблестоя.

Опрыскивание вегетирующих растений льна препаратом Авибиф П в сочетании с обработкой семян регулятором роста Авибиф С оказало положительное влияние на сохранность стебле-

стоя льна к периоду уборки (83...100 % против 63...93,8 %, где регулятор роста в гербицидную смесь не добавляли).

Для льна – долгунца важным показателем является длина (высота) растения. При наблюдении за динамикой роста льна в высоту по фазам его роста и развития наблюдались различия по высоте растений в опытных вариантах. После химической обработки более высокие растения наблюдались в вариантах, где для предпосевной обработки семян льна применялся Авибиф С (в чистом виде или в смеси с ТМТД), а затем Авибиф П добавляли в гербицидную смесь. Это на 2-3 % повысило эффективность общей композиции против сорняков. К периоду уборки льна сформировался более высокий стеблестой льна в вариантах, где Авибиф П добавляли в композиционную смесь с гербицидами. Во всех вариантах с добавлением регулятора роста техническая длина растений льна была выше, чем в контроле и стандарте.

Применение нового препарата Авибиф С для предпосевной обработки семян (как в раздельном применении, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило достоверное повышение урожайности льносоломой и льносемян (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние применения регуляторов роста растений (Авибиф С и Авибиф П), протравителя семян (ТМТД) и гербицидов на урожайность соломы и семян льна (в среднем за 2014-2016 гг.)

№ п/п	Наименование варианта		Урожайность, ц/га	
	Обработка семян	Обработка посевов	Льносоломой	Льносемян
1	Контроль (без обработки)	Контроль (без РРР, гербициды / Хармони /10 г/га/ + Кортес /5 г/га/ + Тарга Супер /1,5 л/га/)	20,4	1,9
2	То же	Гербициды + Авибиф П (0,15 л/га)	33,5	3,1
3	Стандарт, ТМТД, ВСК (4 л/т)	Контроль (без РРР, гербициды)	31,0	3,2
4	То же	Гербициды + Авибиф П (0,15 л/га)	43,4	4,5
5	Авибиф С (0,15л/т)	Контроль (без РРР, гербициды)	48,9	5,4
6	То же	Гербициды + Авибиф П (0,15 л/га)	56,5	6,2
7	Авибиф С (0,075 л/т) + ТМТД (2,0 л/т)	Контроль (без РРР, гербициды)	48,4	5,3
8	То же	Гербициды + Авибиф П (0,15 л/га)	56,9	6,2
НСР ₀₅			1,271	0,291

На всех вариантах, где в гербицидную смесь добавляли Авибиф П (0,15 л/га), тоже повышалась урожайность соломы и семян. Наибольшие в опыте показатели урожайности льнопродукции получены при сочетании обработки семян Авибифом С (предпочтительнее в смеси с ТМТД при снижении норм расхода компонентов) и посевов – Авибифом П (совместно с гербицидами). Применение препарата Авибиф П оказало положительное влияние на качество льносоломы (повысило его на 1 сортономер).

Оценку эффективности применения препарата Авибиф С (в смеси с ТМТД при снижении норм расхода компонентов) и посевов – Авибифом П (совместно с гербицидами) в сравнении со стандартным вариантом (протравливание семян ТМТД в полной норме расхода и обработка посевов гербицидами без РРР) мы провели по результатам опыта 2014-2016 гг.

(табл. 3). Учитывали затраты на проведение защитных мероприятий и дополнительный урожай в стоимостной оценке в фактических ценах реализации, сложившихся на конец анализируемого периода. Цены на препараты следующие: 1 л препарата Авибиф (С и П) 1500 руб., 1 л ТМТД – 389,4 руб.

Стоимость обработки семян (препаратами Авибиф С (0,075 л/т) + ТМТД (2,0 л/т) и добавление Авибифа П (0,15 л/га) при опрыскивании посевов льна в новом варианте составляет 314,1 руб./га. Стандартное протравливание семян ТМТД (4,0 л/т) - 155,8 руб./га.

Коэффициент перевода соломы в тресту = 0,8. Цена реализации 1 тонны тресты № 2,00 – 7800; № 2,50 - 9360 рублей, 1 тонны семян -15000 руб. Затраты на производство 1 тонны тресты - 476 рублей; 1 тонны семян - 3637 рубля (учтены затраты на уборочные работы).

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения Авибифа /Артафита/ (С и П), как нового элемента технологии возделывания льна-долгунца

Показатель	Стандарт	Новый вариант
Урожайность льнотресты, ц/га	24,8	45,52
Урожайность льносемян, ц/га	3,2	6,2
Прибавка качества к стандарту, номер тресты	–	Повышение на 1 сортономер
Прибавка к стандарту, урожайности тресты	-	20,72
Семян	-	3,0
Стоимость дополнительной продукции, руб./га	–	29002,72
Доп. затраты (на пестициды и уборку, реализацию доп. продукции), руб./га	155,8	2391,47
Прибыль от доп. продукции, руб./га	–	26767,05
Окупаемость (на 1 руб. доп. затрат), раз	–	11,19

Стоимость дополнительной льнопродукции, полученной от применения препарата Артафит (С и П), как нового элемента технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на его реализацию в 11,19 раз.

Заключение. Таким образом, установлено, что при обработке семян льна новый препарат Авибиф С позволяет снижать на 50 % норму

применения протравителя ТМТД без снижения (и даже с эффектом повышения против бактериальных болезней) общего фитосанитарного эффекта.

Прорастание семян было более дружным и полным (в лабораторных и полевых условиях) при обработке их Авибифом С /150 мл/т/ и его половинной нормой применения совместно с

ТМТД /2,0 л/т/ – в сравнении с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД /4,0 л/т/).

При обработке посевов добавление в гербицидную смесь (Хармони /10 г/га/ + Кортес /5 г/га/ + Тарга Супер /1,5 л/га/) нового препарата Авибиф П /150 мл/га/ ускорило рост растений, увеличило их выживаемость к периоду уборки на 1,6-3,8 %. Применение Авибифа (С и П) способствовало формированию большей (на 6,6-10,6 %) технической длины стебля, лучшей по качеству льносоломой.

Инкрустирование семян Авибифом С (как в чистом виде, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило по отношению к стандартному варианту, достоверное повышение урожайности льносоломой на 36,0-36,6 %, льносемян на 39,6-40,7 %. Авибиф С в чистом виде (в полной норме применения – 150 мл/т) обеспечил наиболее высокие хозяйственно-экономические показатели и санитарно-гигиенические, экологические преимущества его использования по сравнению с половинной нормой применения (Авибифа С) в комбинации с ТМТД.

Добавление Авибифа П в гербицидную смесь повышало урожайность льносоломой на 13,5-39,1 % (при дополнительном повышении на 1 сортономер качества тресты), льносемян – на 12,9-38,9 %.

Стоимость дополнительной льнопродукции, полученной от применения Авибифа (С и П), как эффективного нового элемента технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на его реализацию в 11,19 раз.

Список используемой литературы

1. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Эффективные средства защиты льна и технологии их применения: методические рекомендации. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2014. С. 4.
2. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Усовершенствованные технологии в льноводстве. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2016. С. 23.
3. Рассохин В.В. Действие регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы и микрофлору почвы // Агрохимия и экология. Н. Новгород. 2008. Т. 2. С.177.
4. Шаповал О.А. и др. Регуляторы роста растений. М. 2008. С. 64.

5. Ниловская Н.Т., Осипова Л.В. Приёмы управления продукционным процессом яровой пшеницы. М. 2009. С. 175.

6. Чирков С.В. Влияние приёмов использования регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь. 2009.

7. Вихрева В.А. и др. Применение антистрессовых препаратов при гербицидной обработке в посевах ярового ячменя //Агрохимия. 2011. № 5. С.46.

8. Государственный каталог /список/ пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». № 4. 2014. С. 604.

9. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок: ВНИИЛ, 1978.

10. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВИЗР, 2009. С.152-163.

11. Методические указания по испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб. ВИЗР 2009. С. 159-173.

12.. Методические указания по испытанию гербицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВИЗР, 2013.

13. Кирюшин Б.Д. Введение в опытное дело и статистическую оценку // Методика научной агрономии. Часть 1. М.: МСХА, 2004.

14. Кирюшин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. Методика научной агрономии. Часть 2. М.: МСХА, 2005.

References

1. Kudryavtsev N.A., Zaytseva L.A. Effektivnye sredstva zashchity lna i tekhnologii ikh primeneniya: metodicheskie rekomendatsii. Tver: Tver. gos. un-t. 2014. S. 4.
2. Kudryavtsev N.A., Zaytseva L.A. Usovershenstvovannye tekhnologii v lnovodstve. Tver: Tver. gos. un-t. 2016. S. 23.
3. Rassokhin V.V. Deystvie regulyatorov rosta na urozhaynost yarovoy pshenitsy i mikrofloru pochvy // Agrokhiimiya i ekologiya. N.Novgorod. 2008. T. 2. S.177.



4. Shapoval O.A. i dr. Regulatory rosta rasteniy. M. 2008. S. 64.
5. Nilovskaya N.T., Osipova L.V. Priemy upravleniya produktsionnym protsessom yarovoy pshenitsy. M. 2009. S. 175.
6. Chirkov S.V. Vliyanie priemov ispolzovaniya regulyatorov rosta na urozhaynost yarovoy pshenitsy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. Perm. 2009.
7. Vikhreva V.A. i dr. Primenenie antistressovykh preparatov pri gerbitsidnoy obrabotke v posevakh yarovogo yachmenya //Agrokimiya. 2011. № 5. S.46.
8. Gosudarstvennyy katalog /spisok/ pestitsidov i agrokhimikatoov, razreshennykh k primeneniyyu na territorii Rossiyskoy Federatsii // Prilozhenie k zhurnalu «Zashchita i karantin rasteniy». № 4. 2014. S. 604.
9. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov so lnom-dolguntsom. Torzhok: VNIIL,1978.
10. VIZR . Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov, mollyuskotsidov i rodentitsidov v selskom khozyaystve. SPb.: VIZR, 2009. S.152-163.
11. VIZR. Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu fungitsidov v selskom khozyaystve. SPb. VIZR, 2009. S. 159-173.
12. VIZR . Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu gerbitsidov v selskom khozyaystve. SPb.: VIZR, 2013.
13. Kiryushin B.D. Vvedenie v opytное delo i statisticheskuyu otsenku // Metodika nauchnoy agronomii. Chast 1. M.:MSKhA, 2004.
14. Kiryushin B.D. Postanovka opytov i statistiko-agronomicheskaya otsenka ikh rezultatov. Metodika nauchnoy agronomii. Chast 2. M.: MSKhA, 2005.