Главный редактор:
А. Ф. Туманян – д. с.-х. н., проф.

Редакционный совет:
Н. Н. Дубенок, академик РАН, д.с.–х.н., проф.; В. М. Косолапов – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; А. Л. Иванов – академик РАН, д.б.н., проф.; К. Н. Кулик – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; В. Г. Плющиков – д.с.–х.н., проф.; д.с.–х.н., проф.; Ш. Б. Байрамбеков – д.с.–х.н., проф., заслуженный агроном РФ; С. Р. Аллахвердиев – академик РАЕ, д.б.н., проф.; С. Н. Еланский – д.б.н.; М. М. Оконов – член–корр. РАЕН, д.с.–х.н., проф.; В. Ф. Пивоваров – академик РАН, д.с.–х.н., проф.; Ю. В. Трунов – д.с.–х.н., проф.; М. С. Гинс – член–корреспондент РАН, д.б.н., проф.; Н. В. Тютюма – д.с.–х.н., проф. РАН; А. Н. Арилов – д.с.–х.н., проф.; Ю. А. Ватников – д.в.н., проф.; Н. В. Донкова – д.в.н., проф.; Т. С. Кубатбеков – д.б.н., доцент; Е. М. Ленченко – д.в.н., проф.; В. Е. Никитченко – д.в.н., проф.; Н. Н. Балашова – д.э.н., проф.; В. М. Пизенгольц – д.э.н., проф.; В. С. Семенович – д.э.н., проф.; Н. Н. Скитер – д.э.н., проф.; Р. С. Шепитько – д.э.н., проф.; Т. В. Папаскири – д.э.н., проф.; В. Ф. Гороховский – д.с.–х.н., доцент

Head editor:
A. F. Tumanyan – Dr. Agr. Sci., Prof.

Editorial Board:
N. N. Dubenok, RAS memb., V. M. Kosolapov – RAS memb.; A. L. Ivanov – RAS memb.; K. N. Kulik – RAS memb.; V. G. Plyushchikov – Dr.Sc.agr.; H. B. Bajrambekov – Dr. Sc.agr.; S. R. Allahverdiev – RAN memb.; S. N. Elanskij – Dr.Sc.biol.; M. M. Okonov – RAEN cor.m.; V. F. Pivovarov – RAS memb.; Yu. V. Trunov – Dr.Sc.agr.; M. S. Gins – RAS cor.m.; N. V. Tyutyuma – Dr.Sc.agr.; A. N. Arilov – Dr.Sc.agr.; Yu. A. Vatnikov – Dr.Sc.vet.; N. V. Donkova – Dr.Sc. vet.; T. S. Kubatbekov – Dr.Sc.biol.; E. M. Lenchenko – Dr.Sc.vet.; V. E. Nikitchenko – Dr.Sc.vet.; N. N. Balashova – Dr.Sc. econ.; V. M. Pizengol'c – Dr.Sc.econ.; V. S. Semenovich – Dr.Sc.econ.; N. N. Skiter – Dr.Sc.econ.; R. S. SHepit'ko – Dr.Sc.econ.; T. V. Papaskiri – Dr.Sc. econ.; V. F. Gorokhovsky – Dr.Sc.agr.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ *и* ПРИКЛАДНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№1 (51) 2022

DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1

Содержание

Общее земледелие, растениеводство

Н. В. Тютюма, А. В. Кудряшов
Продуктивность бобово-мятликовых травосмесей в зависимости от различных способов посева и доз минеральных удобрений 3

Н. В. Тютюма, А. В. Кудряшов
Влияние минерального питания и способов посева на питательную ценность бобово-мятликовых травосмесей 7

М. М. Оконов, Б. А. Гольдварг, Г. Д. Унканжинов, С. Б. Адьяев, Р. М. Шабанов
Продуктивность кормовых культур и основные принципы применения удобрений на мелиорируемых землях Калмыкии 12

Е. С. Бородина, А. Н. Постников, В. И. Бондарь
Влияние регуляторов роста на динамику накопления площади листовой поверхности и фотосинетического потенциала кормовой свеклы в условиях Нечерноземной зоны России 17

Н. В. Тютюма, А. Н. Бондаренко, А. В. Тютюма
Усовершенствование приемов возделывания сортов свеклы столовой отечественной селекции в условиях северо-западного Прикаспия.....22

Н. В. Тютюма , Н.А. Наумова
Оценка адаптационных возможностей яровой пшеницы в засушливых условиях Астраханской области 26

Чонгера Александр, Барри Мамаду, В. В. Введенский, Ребух Назих Ясер
Влияние применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях нечерноземной почвы Средней России: обзор 31

Д. Ш. Дьюф, Ф. Э. Мульо Панолуиса, П. Кезимана, Е. В. Романова
Влияние различных доз удобрений на хозяйственно значимые признаки сои сорта Лира 38

Аммар Ж. Аль-Фаяд, Сухад Мадкур. А. Сафи
Воздействие кинетина и экстракта солодки на показатели роста пшеницы.....41

Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология

С. Б. Селезнев, Драму Форомо, Г .А. Ветошкина
Морфометрическая характеристика желудка у японских перепелов 47

И. Ф. Вилковыский
Оценка хирургической коррекции дегенеративного пояснично-крестцового стеноза на основе эритроцитарной составляющей у собак.....52

Экономика и управление народным хозяйством

В. В. Бурчик, Н. П. Кузьмич
Состояние и перспективы развития мелиорации в Амурской области 57

И. С. Чернякова
Теоретические аспекты оптимизации издержек производства предпринимательских структур в обеспечении устойчивого развития 61

Редактор
О. В. Любименко

Оформление и верстка
В. В. Земсков

Адрес редакции:
111116, Москва,
ул. Авиамоторная, 6,
тел./факс: (499) 507-80-45,
e-mail: agrobio@list.ru.
Интернет: http://www.nitu.ru

При перепечатке любых материалов ссылка на журнал «Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса» обязательна.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ ФС77-35867 от 31 марта 2009 года.

ISSN 2221-7312

Включен в перечень изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ

Формат 60 × 84 1/8

Тираж 1000 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации. Материалы авторов не возвращаются.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

THEORETICAL & APPLIED
PROBLEMS OF AGRO-INDUSTRY
№1(51) 2022

Contents

General Agriculture, Crop Production

N. V. Tyutyuma, A. V. Kudryashov
Productivity of Legume-Grass Mixtures Depending on Different Sowing Methods and Mineral Fertilizing 3

N. V. Tyutyuma, A. V. Kudryashov
Influence of Mineral Fertilizing and Sowing Methods on Nutritional Value of Legume-Grass Mixtures 7

M. M. Okonov, B. A. Goldvarg, G. D. Unkanzhinov, S. B. Ad`yaev, R. M. Shabanov
Productivity of Forage Crops and Basic Principles of Fertilization in Irrigated Agriculture in Kalmykia 12

E. S. Borodina, A. N. Postnikov, V. I. Bondar
Influence of Growth Regulators on the Dynamics of Accumulation of Leaf Surface Area and Photosynthetic Potential of Fodder Beet in the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation 17

N. V. Tyutyuma, A. N. Bondarenko, A. V. Tyutyuma
Improved Methods of Cultivating Russian Beetroot Cultivars in North-West Precaspian Region 22

N. V. Tyutyuma, N. A. Naumova
Evaluation of Spring Wheat Adaptation to Arid Conditions of the Astrakhan Region 26

Congera Alexandre, Barry Mamadou, V. V. Vvedensky, Nazih Yacer Rebouh
Influence of the Application of Mineral Fertilizers on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain in the Non-Chernozem Soil of Central Russia: a Review 31

D. C. Diouf, F. E. Mullo Panoluisa, P. Kezimana , E. V. Romanova
Influence of Different Doses of Fertilizers on Significant Traits of Soybean Cultivar "Lira" 38

Ammar J. Al Fayad, Suhad Mathkoor A. Safi
Effect of Kinetin and Licorice Extract on Some Growth Characteristics of Wheat 41

Diagnostics and Therapy of Animal Diseases, Pathology, Oncology and Morphology of Animals

S. B. Seleznev, Foromov Dramou, G. A. Vetoshkina
Morphometric Characteristics of the Stomach in Japanese Quails 47

I. F. Vilkovysky
Evaluation of Surgical Correction of Degenerative Lumbosacral Stenosis in Dogs Based on Erythrocytes 52

Economy

V. V. Burchik, N. P. Kuzmich
State And Prospects of Land Reclamation Development in the Amur Region 57

I. S. Chernyakova
Theoretical Aspects of Optimizing Production Costs of Business Structures in Sustainable Development 61

Продуктивность бобово–мятликовых травосмесей в зависимости от различных способов посева и доз минеральных удобрений

УДК 633.2.03
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-3-6

Н. В. Тютюма (д.с.–х.н.), **А. В. Кудряшов**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
stone79.79@list.ru

Развитие животноводства в Российской Федерации невозможно без развитого кормопроизводства. В свою очередь, основным из объектов кормопроизводства являются посевы многолетних трав и травосмесей. Получить высокие урожаи зеленой массы травосмесей невозможно без правильного подбора компонентов травосмеси, оптимальных доз и сроков внесения минеральных удобрений, а также научно обоснованных способов посева. Обеспечить потребности животноводов в качественном корме невозможно без разработки улучшенных агроприемов возделывания бобово-мятликовых травосмесей. Целью исследований было усовершенствование элементов технологии возделывания кормовых бобово-мятликовых травосмесей на светло-каштановых почвах Астраханской области при многоукосном использовании. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить влияние различных способов посева и уровней минерального питания на урожайность зеленой массы травосмесей; выявить наиболее перспективные для условий севера Астраханской области травосмеси, обладающие высокими адаптационными возможностями и значительным уровнем потенциальной урожайности. Учеты и наблюдения проводились с использованием методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, методики ВНИИ кормов, Б. А. Доспехова, М. Ф. Ещенко. Самыми урожайными были варианты опыта с использованием разбросного способа посева и поукосными подкормками N_{50}. У травосмеси 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) на этом варианте урожайность зеленой массы составила 111 т/га, а у травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) – 109,6 т/га.

Ключевые слова: бобово-мятликовые травосмеси, урожайность зеленой массы, поукосные подкормки, разбросной посев, раздельно-рядовой посев.

Введение

Развитие животноводства в Российской Федерации невозможно без развитого кормопроизводства. В свою очередь, основным из объектов кормопроизводства являются посевы многолетних трав и травосмесей [1–3].

В Астраханской области из-за резкой аридизации климата и происходящего процесса опустынивания земель запасы пастбищ и естественных сенокосов не удовлетворяют запросы животноводов региона. Именно поэтому в области увеличиваются площади посевов многолетних трав и травосмесей на орошении.

Поскольку биоразнообразие естественных пастбищных угодий снизилось, то актуальным стало расширение ассортимента многолетних бобовых и мятликовых трав, адаптированных к возделыванию на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья.

Многие исследователи отмечают, что получить высокие урожаи зеленой массы травосмесей невозможно без правильного подбора компонентов травосмеси, оптимальных доз и сроков внесения минеральных удобрений, а также научно обоснованных способов посева. Таким образом, стало понятно, что обеспечить потребности животноводов в качественном корме невозможно без разработки улучшенных агроприемов возделывания бобово-мятликовых травосмесей [4–9].

В связи с этим в 2017–2020 гг. был заложен трехфакторный полевой опыт на полях Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, целью которого было усовершенствование элементов технологии возделывания кормовых бобово-мятликовых травосмесей на светло-каштановых почвах Астраханской области при многоукосном использовании.

Материал и методы исследования

В трехфакторном полевом опыте изучались различные уровни минерального питания, способы посева и их влияние на продуктивность четырех многолетних травосмесей. Повторность опыта — 4-кратная. Общая площадь под опытом — 48000 м^2 (4,8 га). Под каждым вариантом опыта занято 2000 м^2.

Опыт закладывался методом расщепленных делянок.

Делянки первого порядка, травосмеси, фактор А:

– травосмесь 1 — люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум;

– травосмесь 2 — люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, овсяница луговая, тимофеевка луговая;

– травосмесь 3 — эспарцет песчаный, клевер луговой, райграс пастбищный, овсяница луговая;

– травосмесь 4: люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум.

Делянки второго порядка, способы посева, фактор В:

1) раздельно-рядовой (ширина междурядий 30 см);

2) разбросной.

Делянки третьего порядка, режим минерального питания, фактор С:

1) контроль — без удобрений;

2) $N_{200}P_{150}K_{90}$ перед посевом, в первый год жизни травосмесей, в последующие годы использования травостоя внесение удобрений в начале весенней вегетации $P_{150}K_{90}$ + поукосные подкормки N_{40} (NPK 1);

3) $N_{250}P_{150}K_{90}$ перед посевом, в первый год жизни травосмесей, в последующие годы использования травостоя внесение удобрений в начале весенней вегетации $P_{150}K_{90}$ + поукосные подкормки N_{50} (NPK 2).

Учеты и наблюдения проводились с использованием методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [10], методики ВНИИ кормов [11], Б. А. Доспехова [12], М. Ф. Ещенко [13]. Агротехника в опыте по выращиванию многолетних травосмесей проводились согласно зональным рекомендациям. Способ полива — дождевание (консоль дождевальная прицепная КД-77/98). На опытном участке мы придерживались режима полива 75% НВ. В среднем за сезон проводилось 10 вегетационных поливов нормой 500 м³/га.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения урожайности на опытных делянках в 2018–2020 гг. проводилось по пять укосов, в последних декадах мая, июня, июля, августа и сентября. Укосы травосмесей проводились при достижении 75% растений фаз «бутонизация» у бобовых и фазы «колошение» у мятликовых и средней высоты растений 50–55 см. Последующее использование — осеннее пастбище при оптимальной животноводческой нагрузке (2 га на одну условную голову овец).

Анализ полученных данных показывает, что при использовании раздельно-рядового посева, самые низкие значения урожайности в среднем за три года исследований были отмечены у всех изучаемых бобово-мятликовых травосмесей на контрольных вариантах *(рис. 1)*.

Минимальная урожайность на данных вариантах опыта была отмечена у травосмеси 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) 39,8 т/га, максимальная у травосмеси 2 (люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, овсяница луговая, тимофеевка луговая) — 45,3 т/га.

При применении повышенных доз минеральных удобрений и поукосных подкормок N_{40} урожайность травосмесей резко увеличилась и варьировала от 73,1 т/га у травосмеси 3 (эспарцет песчаный, клевер луговой, райграс пастбищный, овсяница луговая) до 82,8 т/га у травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум). Травосмесь 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) оказалась отзывчивой на внесение удобрений и превысила урожайность на контроле на 41,7 т/га, у нее это показатель составил 81,5 т/га.

Повышение поукосных подкормок до N_{50} привело к увеличению продуктивности изучаемых бобово-мятликовых травосмесей в среднем на 55,2 т/га. Максимальные значения продуктивности были отмечены у травосмесей 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) и 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) и составили 100,2 и 99,3 т/га, соответственно.

На *рис. 2* представлена урожайность бобово-мятликовых травосмесей на участках опыта с разбросным посевом.

Данные *рис. 2* свидетельствуют, что разбросной способ посева был более продуктивным. Так, на контрольном варианте, урожайность зеленой массы в среднем по травосмесям составила 50 т/га, что на 6,9 т/га, выше, чем при применении раздельно-рядового посева.

Повышение минерального питания и поукосные подкормки N_{40}, так же как и на участках опыта с раздельно-рядовым способом посева, повысили продуктив-

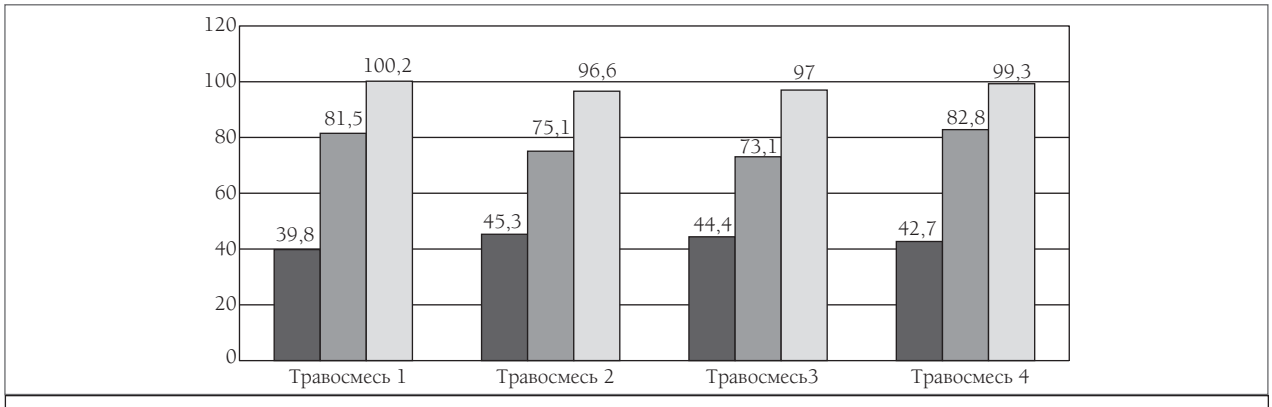


Рис. 1. Урожайность бобово-мятликовых травосмесей при использовании раздельно-рядового посева (т/га), среднее 2018–2020 гг.: ■ — контроль; ■ — NPK 1; □ — NPK 2

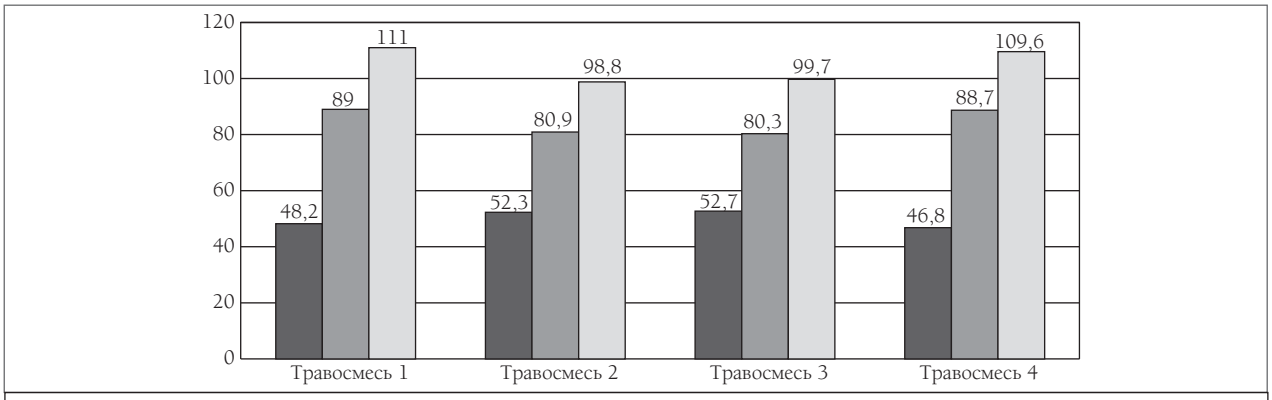


Рис. 2. Урожайность бобово-мятликовых травосмесей при использовании разбросного посева (т/га), среднее 2018–2020 гг.: ■ — контроль; ■ — NPK 1; □ — NPK 2

ность травосмесей. Все изучаемые травосмеси показали на этом варианте опыта урожайность зеленой массы свыше 80 т/га, но максимальные значения были зафиксированы у травосмесей 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) и 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) и составили 89 и 88,7 т/га, соответственно.

Поукосные подкормки N_{50} повысили урожайность в среднем по травосмесям на 54,8 т/га, по сравнению с контролем и на 20,1 т/га по сравнению с вариантом, где применяли поукосные подкормки N_{40}.

По результатам трехлетних исследований можно сделать следующие выводы. На контрольных вариантах урожайность зеленой массы всех изученных травосмесей в среднем при разбросном посеве дельно-рядовом посеве составила 50 т/га, что на 6,9 т/га выше, чем при использовании раздельно-рядового посева. Максимальная урожайность зеленой массы на контрольных вариантах 52,7 т/га была отмечена у травосмеси 3 (эспарцет песчаный, клевер луговой, райграс пастбищный, овсяница луговая) при использовании разбросного способа посева.

При использовании раздельно-рядового способа посева, урожайность зеленой массы на вариантах с подкормками в размере N_{40} составила в среднем 78,1 т/га. Самая высокая урожайность на этом варианте была у травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) — 82,8 т/га. При применении подкормок в дозе N_{50} урожайность зеленой массы в среднем увеличилась до 98,3 т/га. Самый высокий показатель был у травосмеси 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) — 100,2 т/га.

Самыми урожайными были варианты опыта с использованием разбросного способа посева и поукосными подкормками N_{50}. У травосмеси 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) на этом варианте урожайность зеленой массы составила 111 т/га, а у травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) — 109,6 т/га.

Выводы

Для получения высоких урожаев зеленой массы многолетних бобово-мятликовых травосмесей в условиях светло-каштановых почв Астраханской области на орошении необходимо возделывать травосмеси 1 (люцерна синегибридная + клевер луговой + райграс пастбищный +фестулолиум) и 4 (люцерна синегибридная + козлятник восточный + овсяница луговая + фестулолиум) при использовании разбросного способа посева и вносить удобрения перед посевом в нормой $N_{250}P_{150}K_{90}$ перед посевом, в первый год жизни травосмесей, и $P_{150}K_{90}$ в начале весенней вегетации + поукосные подкормки N_{50} в последующие годы использования травостоя.

Литература

1. Дронова, Т.Н. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016 г. – №2(42).
2. Дронова, Т.Н. Эффективность многолетних бобовых трав в кормопроизводстве и их влияние на баланс питательных веществ в почве / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева // Научно-агрономический журнал. – 2016 г. – №2(99). – С. 17-22.
3. Дронова, Т.Н. Научные результаты исследований по многолетним травам / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017 г. – №3(47).
4. Борисова, Е. Е. Роль в севооборотах многолетних трав / Е. Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2015 г. – №8(51).
5. Дедов, А.В. Влияние многолетних трав на плодородие почв / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Агрохимический вестник. – 2012 г. – №4. – С. 36-39.

6. Денисов, Е.П. Многолетние травы как фитомелиоранты / Е.П. Денисов, Д.А. Уполовников, Н.П. Молчанова, Д.В. Сураев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015 г. – №3(53). – С. 48-50.
7. Eglit, L.V. Principles of constructing models of meadow herbage for various purposes / L.V. Eglit // Fodder production. – 2006. – №1 – P.15-17.
8. Persson, T. Impacts of organic soil amendments on forage grass production under different soil conditions / T. Persson, W. Szulc, B. Rutkowska, M. Höglind, H. M. Hanslinand, A.Sæbø // Agricultural and food science. – 2020. – №29. – P. 482–493.
9. Reynolds, S.G. Grasslands: developments, opportunities, perspectives/ S.G. Reynolds, J. Frame. – Rome: FAO, 2005. – 565 p.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – Москва, 1997. – 156 с.
11. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции аридных кормовых растений. – М.: ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса, 2014. – 90 с.
12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 354 с.
13. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве/ В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др. – М.: КолосС, 2009. – 268 с.

References

1. Dronova, T.N. K voprosu o roli mnogoletnix trav v soxranenii plodorodiya pochv / T.N. Dronova, N.I. Burceva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. – 2016 g. – №2(42).
2. Dronova, T.N. E`ffektivnost` mnogoletnix bobovy`x trav v kormoproizvodstve i ix vliyanie na balans pitatel`ny`x veshhestv v pochve / T.N. Dronova, N.I. Burceva, E.I. Molokanceva // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. – 2016 g. – №2(99). – s. 17-22.
3. Dronova, T.N. Nauchny`e rezul`taty` issledovanij po mnogoletnim travam / T.N. Dronova, N.I. Burceva, E.I. Molokanceva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. – 2017 g. – №3(47).
4. Borisova, E. E. Rol` v sevooborotax mnogoletnix trav / E. E. Borisova // Vestnik NGIE`I. – 2015 g. – №8(51).
5. Dedov, A.V. Vliyanie mnogoletnix trav na plodorodie pochv / A.V. Dedov, M.A. Nesmeyanova // Agroximicheskij vestnik. – 2012 g. – №4. – S. 36-39.
6. Denisov, E.P. Mnogoletnie travy` kak fitomelioranty` / E.P. Denisov, D.A. Upolovnikov, N.P. Molchanova, D.V. Suraev // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015 g. – №3(53). – S. 48-50.
7. Eglit, L.V. Principles of constructing models of meadow herbage for various purposes / L.V. Eglit // Fodder production. – 2006. – №1 – P.15-17.
8. Persson, T. Impacts of organic soil amendments on forage grass production under different soil conditions / T. Persson, W. Szulc, B. Rutkowska, M. Höglind, H. M. Hanslinand, A.Sæbø // Agricultural and food science. – 2020. – №29. – P. 482–493.
9. Reynolds, S.G. Grasslands: developments, opportunities, perspectives/ S.G. Reynolds, J. Frame. – Rome: FAO, 2005. – 565 p.
10. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevy`x opy`tov s kormovy`mi kul`turami. – Moskva, 1997. – 156 s.
11. Metodicheskie ukazaniya po mobilizacii rastitel`ny`x resursov i introdukcii aridny`x kormovy`x rastenij. – M.: VNII kormov imeni V. R. Vil`yamsa, 2014. – 90 s.
12. Dospexov, B.A. Metodika polevogo opy`ta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovaniya/ B.A. Dospexov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 354 s.
13. Eshhenko, V.E. Osnovy` opy`tnogo dela v rastenievodstve/ V.E. Eshhenko, M.F. Trifonova, P.G. Kopy`tko i dr. – M.: KolosS, 2009. – 268 s.

N. V. Tyutyuma, A. V. Kudryashov

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciens
stone79.79@list.ru

PRODUCTIVITY OF LEGUME–GRASS MIXTURES DEPENDING ON DIFFERENT SOWING METHODS AND MINERAL FERTILIZING

Development of animal husbandry in the Russian Federation is impossible without a developed fodder production. In turn, the main objects of fodder production are crops of perennial grasses and grass mixtures. Proper selection of grass mixture components, optimal doses and timing of mineral fertilizers, as well as scientifically based sowing methods result in high yields of green mass of grass mixtures. It is impossible to meet the needs of livestock breeders in high–quality feed without development of improved agricultural practices for cultivation of legume–grass mixtures. The aim of the research was to improve elements of cultivation technology for fodder legume–grass mixtures grown on light chestnut soils in the Astrakhan region under multi–cut utilization. To achieve the goal, the following tasks were set: to study the effect of various sowing methods and levels of mineral fertilizing on green mass yield of grass mixtures; to identify the most adaptive and productive grass mixtures for the conditions of the north of the Astrakhan region. Records and observations were carried out using methodological guidelines for conducting field experiments with fodder crops, methodology of Russian Williams Fodder Research Institute, B. A. Dospekhov, M. F. Yeshchenko. The most productive variant was broadcast sowing method and N50 top dressing. Yield of green mass of grass mixture 1 (blue alfalfa, red clover, perennial ryegrass, festulolium) in this variant was 111.0 t/ha, and grass mixture 4 (blue alfalfa, fodder galega, meadow fescue, festulolium) – 109.6 t/ha.

Key words: legume–grass mixtures, green mass productivity, additional fertilizing, broadcast sowing, row sowing.

Влияние минерального питания и способов посева на питательную ценность бобово–мятликовых травосмесей

УДК 633.2.03
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-7-11

Н. В. Тютюма (д.с.–х.н.), **А. В. Кудряшов**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук,
stone79.79@list.ru

Для создания стабильной кормовой базы необходимо производить достаточное количество высококачественных кормов. Выращивание бобово-мятликовых травосмесей позволяет получить сбалансированные по белку корма. Для этого необходимы правильно подобранные компоненты травосмесей и улучшенные агроприемы возделывания бобово-мятликовых травосмесей. Целью исследований было изучение влияния различных компонентов, входящих в бобово-мятликовые травосмеси, уровней минерального питания и способов посева на питательную ценность травосмесей. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить влияние различных способов посева и уровней минерального питания на питательную ценность травосмесей; выявить наиболее перспективные для условий севера Астраханской области травосмеси, обладающие высокой продуктивностью. Учеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам. Результаты трехлетних исследований показывают, что разбросной способ посева и повышенное минеральное питание увеличивают содержание в биомассе изучаемых травосмесей содержание сырого протеина. Максимальное значение этого показателя отмечены у травосмесей 1 и 4 при разбросном способе посева и использовании поукосных подкормок N_{50} – 20,76 и 20,84%, соответственно. Раздельно-рядовой способ посева и поукосные подкормки N_{50} увеличили содержание в биомассе травосмесей сырого жира. Самое высокое содержание сырого жира было отмечено у травосмесей 1 и 4 на вариантах опыта раздельно-рядовой способ посева + поукосные подкормки N_{50} – 3,35 и 3,29 %, соответственно. Повышенное минеральное питание и разбросной способ посева уменьшало содержание сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей. Максимальное количество сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей было отмечено на варианте с применением раздельно-рядового способа посева и фоновым внесением удобрений (контроль) у травосмесей 1 и 4 – 23,71 и 23,65 %, соответственно.

Ключевые слова: бобово-мятликовые травосмеси, компоненты травосмесей, питательная ценность, сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка.

Введение

Качественные корма для животных должны иметь высокое количество растительного белка. Производители животноводческой продукции часто применяют для увеличения белка в рационе животных, зерновые и другие кормовые культуры увеличивая площади под ними. Но из-за низкого содержания в них протеина таких кормов требуется очень много. Решением этой проблемы может быть использование в кормлении животных биомассу бобово-мятликовых травосмесей. Биомасса этих травосмесей сбалансирована по белку и поэтому является ценным кормом. Исследования, проводившиеся зарубежными и отечественными учеными, подтверждают, что широкое применение бобово-мятликовых травосмесей позволяет создать стабильную кормовую базу [1–6]. Питательная ценность биомассы бобово-мятликовых травосмесей зависит от компонентов, входящих в их состав и агротехники их возделывания [7–12].

В 2017–2020 гг. в Прикаспийском аграрном федеральном научном центре РАН был заложен опыт, одной из целей которого было изучение влияния различных компонентов, входящих в бобово-мятликовые травосмеси, уровней минерального питания и способов посева на питательную ценность травосмесей.

Материал и методы исследования

Трехфакторный полевой опыт проводился по общепринятым методикам на опытном поле Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, определение химического состава почвы, химического состава и питательной ценности травосмесей проводился в ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Астраханский». Почва опытных участков светло-каштановая, слабосуглинистая, содержание гумуса 0,91–1,02%. Удобрения (аммиачную селитру, двойной суперфосфат и хлористый калий) вносили перед посевом нормой $N_{200}P_{150}K_{90}$ и $N_{250}P_{150}K_{90}$, в последующие годы использования травостоев в начале весенней вегетации вносили только двойной суперфосфат и хлористый калий в норме $P_{150}K_{90}$. Азотные удобрения вносили поукосно в нормах N_{40} (NPK 1) и N_{50} (NPK 2). Способы посева были раздельно-рядовой с шириной междурядий 0,3 м и разбросной. Состав травосмесей:

1) люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум;

2) люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, овсяница луговая, тимофеевка луговая;

3) эспарцет песчаный, клевер луговой, райграс пастбищный, овсяница луговая;

4) люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум.

Норма высева компонентов в травосмесях составляла 25% от нормы высева монокультур. Вегетационные поливы нормой 500 м^3 /га проводились при снижении предполивного порога влажности почвы до 75% НВ.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения питательной ценности бобово-мятликовых травосмесей проводились анализы химического состава их биомассы на посевах второго, третьего и четвертого годов пользования. Основными показателями питательной ценности является содержание в биомассе травосмесей сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки.

На *рис. 1* представлены данные по содержанию сырого протеина в биомассе травосмесей по вариантам опыта в среднем за три года исследований.

Как видно из полученных данных, разбросной способ посева увеличил содержание протеина в биомассе травосмесей в среднем на 2,53% на контроле и на 2,6% на вариантах с дополнительным внесением минеральных удобрений. Наиболее заметно это у травосмесей 1 и 4. У травосмеси 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) превышение на вариантах с поукосными подкормками N_{40} составило 2,61%, а с подкормками N_{50} на 2,66%. У травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) на этих же вариантах превышение составило 2,66 и 2,6%, соответственно. Максимальное содержание сырого протеина в биомассе было отмечено на участках с разбросным способом посева у травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) на варианте с подкормками N_{50} и составило 20,84%. На участках опыта с раздельно-рядовым посевом содержание сырого протеина варьировало от 17,34% у травосмеси 2 (люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, овсяница луговая, тимофеевка луговая) на контрольном варианте до 18,24% у травосмеси 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) на варианте с поукосными подкормками N_{50}.

Уровень минерального питания также оказывал существенное влияние на содержание сырого протеина в биомассе изучаемых травосмесей. На вариантах опыта с применением раздельно-рядового посева + поукосные подкормки N_{40} в среднем по травосмесям превышение составило 0,1%, а на варианте с поукосными подкормками N_{50} 0,23% по сравнению с контролем. Поукосные подкормки N_{40+} разбросной способ посева повысили содержание сырого протеина в среднем на 0,17%, а на варианте с подкормками N_{50} на 0,3% по сравнению с контролем.

На *рис. 2* представлены данные по содержанию в биомассе изучаемых бобово-мятликовых травосмесей сырого жира за три года исследований.

Трехлетние исследования показывают, что на вариантах опыта с разбросным способом посева количество сырого жира в биомассе травосмесей уменьшает в среднем на 0,18%.

Максимальное количество сырого жира в биомассе отмечены у травосмесей 1 (люцерна синегибридная, клевер луговой, райграс пастбищный, фестулолиум) и 4 (люцерна синегибридная, козлятник восточный, овсяница луговая, фестулолиум) на всех вариантах опыта. На участках опыта с раздельно-рядовым способом посева, содержание сырого жира в биомассе травосмесей 1 и 4 при использовании поукосных подкормок N_{50} составило 3,35 и 3,29%, соответственно. При использовании разбросного способа посева на вариантах с поукосными подкормками N_{50} также были отмечены самые высокие

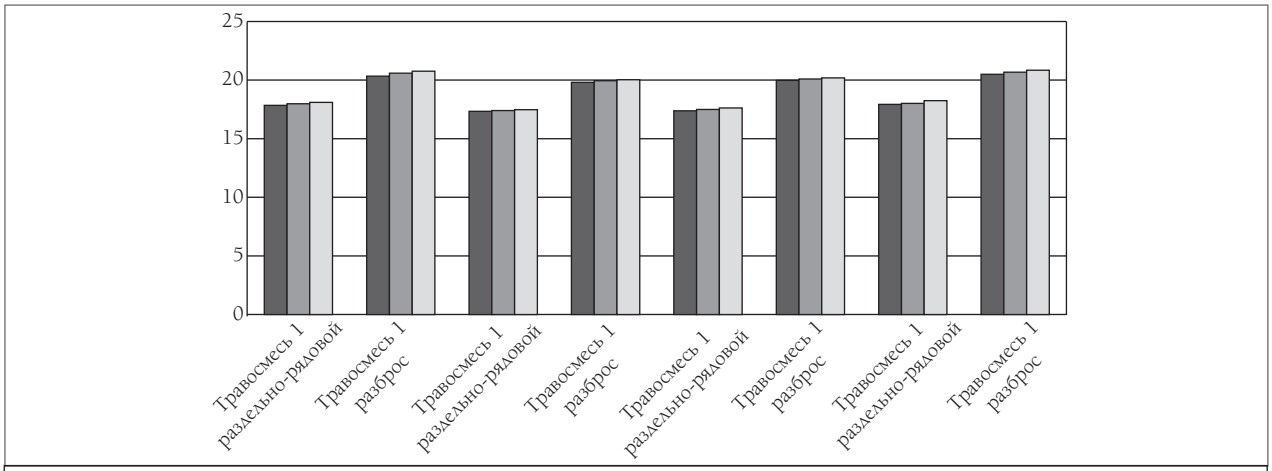


Рис. 1. Содержание сырого протеина в биомассе травосмесей по вариантам опыта (%), среднее 2018–2020 гг.: ■ — контроль; ■ — NPK 1; □ — NPK 2

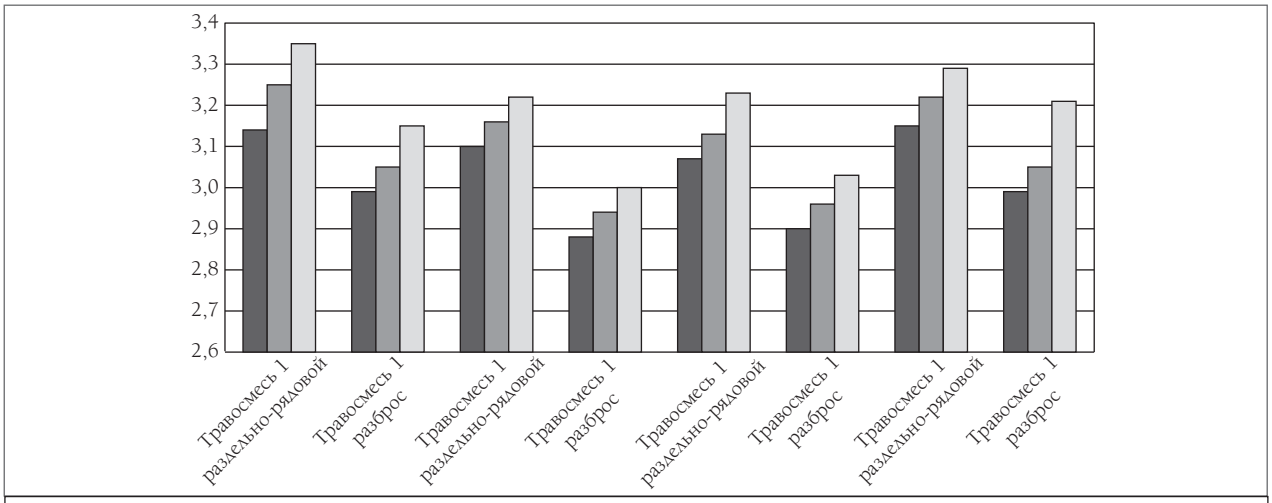


Рис. 2. Содержание сырого жира в биомассе травосмесей по вариантам опыта (%), среднее 2018–2020 гг.: ■ — контроль; ■ — NPK 1; □ — NPK 2

показатели этого значения у этих же травосмесей — 3,15 и 3,21%, соответственно.

На *рис. 3* представлены данные по содержанию сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей.

Анализ трехлетних данных показывает, что, на участках опыта с разбросным способом посева количество сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей уменьшается в среднем на 0,59 %.

Уровень минерального питания оказывает существенное влияние на количество сырой клетчатки в биомассе травосмесей. На вариантах опыта с повышенным минеральным питанием и при использовании раздельно-рядового способа посева количество сырой клетчатки уменьшается на 0,09% при применении поукосных подкормок N_{40} и на 0,14%, при поукосных подкормках N_{50}. Применение разбросного способа посева совместно с поукосными подкормками N_{40} и N_{50} уменьшает количество сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей на 0,06 и 0,11%, соответственно.

На участках опыта с раздельно-рядовым способом посева количество сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей варьировало от 23,41% у травосмеси 2 на варианте с поукосными подкормками N_{50} до 23,71% у травосмеси 1 на контроле. Максимальное содержание сырой клетчатки в биомассе отмечено у травосмеси 4 на варианте с использованием разбросного способа посева и фоновым внесением удобрений — 23,08 %, минимальное у травосмеси 2 на варианте разбросной способ посева + поукосные подкормки N_{50} — 22,88 %.

Выводы

Разбросной способ посева и повышенное минеральное питание увеличивают содержание в биомассе изучаемых травосмесей содержание сырого протеина. Максимальное значение этого показателя отмечены у травосмесей 1 и 4 при разбросном способе посева и использовании поукосных подкормок N_{50} — 20,76 и 20,84 %, соответственно.

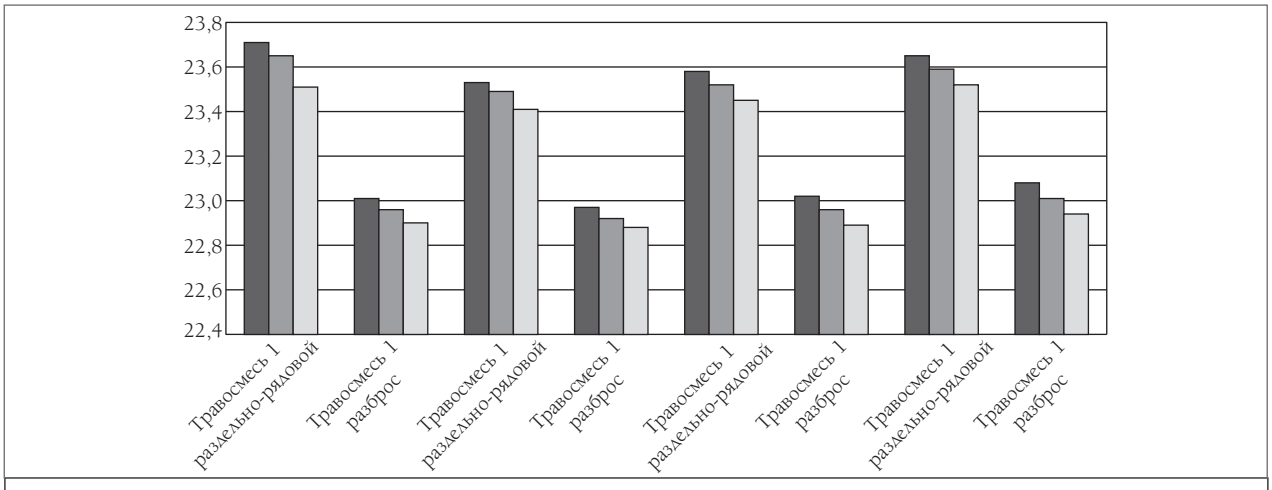


Рис. 3. Содержание сырой клетчатки в биомассе травосмесей по вариантам опыта (%), среднее 2018–2020 гг.: ■ — контроль; ■ — NPK 1; □ — NPK 2

Раздельно-рядовой способ посева и поукосные подкормки N_{50} увеличили содержание в биомассе травосмесей сырого жира. Самое высокое содержание сырого жира было отмечено у травосмесей 1 и 4 на вариантах опыта раздельно-рядовой способ посева + поукосные подкормки N_{50} — 3,35 и 3,29 %, соответственно.

Повышенное минеральное питание и разбросной способ посева уменьшало содержание сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей. Максимальное количество сырой клетчатки в биомассе изучаемых травосмесей было отмечено на варианте с применением раздельно-рядового способа посева и фоновым внесением удобрений (контроль) у травосмесей 1 и 4 — 23,71 и 23,65 %, соответственно.

Литература

1. Беляк, В.Б. Оптимизация структуры кормовых культур в лесостепной и сухостепной зоне Поволжья / В.Б. Беляк, О.А. Тимошкин, В.И. Болахнова // Кормопроизводство. – 2015. – №8. – С. 16-22.
2. Кутузова, А.А. Влияние видов и сортов бобовых трав на качество пастбищного корма / А.А. Кутузова, Е.Е. Проворная, Н.С. Цыбенко // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. М.: ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», 2018. – Вып. 17(65). – С. 74-82.
3. Ледяева, Н.В. Создание сеяных сенокосов в условиях среднегорной зоны республики Алтай / Н.В. Ледяева // Вестник государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(198). – С. 44-48.
4. Каракчиева Е.Ф., Лобанов А.Ю. Создание травосмесей для повышения продуктивности и питательной ценности в полевом кормопроизводстве в условиях Республики Коми / Е.Ф. Каракчиева, А.Ю. Лобанов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – №4(59). – с. 30-32.
5. Mantovi, P. Forage production and use in the dairy farming systems of Northern Italy / P. Mantovi, A. Dal Pra, M. T. Pacchioli [et al.] // Grassland Science in Europe. – 2015. – Vol. 20. – P. 67-77.
6. Thivitrge, M-N. Forage crop yield and nutritive value under climate chande in Canada / M-N. Thivitrge, G. Jego, G. Belanger [et al.] // Grassland Science in Europe. – 2016. – Vol. 21. – P. 826-828.
7. Дронова, Т.Н. Кормовая и средообразующая роль многолетних бобовых трав в орошаемом земледелии Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И.Молоканцева [и др.]. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – №6. – С. 36-39.
8. Дронова, Т.Н. Технология производства высококачественных кормов при возделывании поликомпонентных смесей многолетних трав на орошении / Т.Н. Дронова, Н.И.Бурцева, Е.И. Молоканцева // Актуальные направления научных исследований в АПК: от теории к практике: материалы Национальной научно-практической конференции. – 2017. – С. 60-66.
9. Желтопузов, В.Н. Химический состав корма бобовых и бобово-злаковых травосмесей в условиях орошения / В.Н. Желтопузов, О.В. Хонина // Вестник АПК Ставрополья. – 2016. – №3(23). – С. 168-171.
10. Степанова, Г.В. Влияние погодных условий на химический состав сухого вещества люцерны (Medicago varia Mart.) в фазу цветения / Г.В. Степанова // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – №2. – С. 26-39.
11. Зарьянова, З.А. Структура и качество кормовой массы различных видов многолетних трав / З.А. Зарьянова, С.В. Кирюхин, С.В. Бобков [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – №4(24). – С. 115-120.
12. Эседуллаев С.Т., Шмелева Н.В. Роль нетрадиционных кормовых культур в кормопроизводстве Верхневолжья и научные основы их возделывания в одновидовых и смешанных посевах / С.Т. Эседуллаев, Н.В. Шмелева // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – №2. – С. 6-16.

References

1. Belyak, V.B. Optimizaciya struktury` kormovy`x kul`tur v lesostepnoj i suxostepnoj zone Povolzh`ya / V.B. Belyak, O.A. Timoshkin, V.I. Bolaxnova // Kormoproizvodstvo. – 2015. – №8. – S. 16-22.
2. Kutuzova, A.A. Vliyanie vidov i sortov bobovy`x trav na kachestvo pastbishhnogo korma / A.A. Kutuzova, E.E. Provornaya, N.S. Cybenko // Mnogofunkcional`noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sb. nauch. tr. M.: FNCz «VIK im. V. R. Vil`yamsa», 2018. – Vy`p. 17(65). – S. 74-82.
3. Ledyaeva, N.V. Sozdanie seyany`x senokosov v usloviyax srednegornoj zony` respubliki Altaj / N.V. Ledyaeva // Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 4(198). – s. 44-48.
4. Karakchieva E.F., Lobanov A.Yu. Sozdanie travosmesej dlya povy`sheniya produktivnosti i pitatel`noj cennosti v polevom kormoproizvodstve v usloviyax Respubliki Komi / E.F. Karakchieva, A.Yu. Lobanov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2017. – №4(59). – S. 30-32.
5. Mantovi, P. Forage production and use in the dairy farming systems of Northern Italy / P. Mantovi, A. Dal Pra, M. T. Pacchioli [et al.] // Grassland Science in Europe. – 2015. – Vol. 20. – P. 67-77.
6. Thivitrge, M-N. Forage crop yield and nutritive value under climate chande in Canada / M-N. Thivitrge, G. Jego, G. Belanger [et al.]. // Grassland Science in Europe.- 2016. – Vol. 21. – P. 826-828.
7. Dronova, T.N. Kormovaya i sredoobrazuyushhaya rol` mnogoletnix bobovy`x trav v oroshaemom zemledelii Nizhnego Povolzh`ya / T.N. Dronova, N.I. Burceva, E.I.Molokanceva [i dr.] // Vestnik rossijskoj sel`skoxozyajstvennoj nauki. – 2016. – №6. – S. 36-39.
8. Dronova, T.N. Texnologiya proizvodstva vy`sokokachestvenny`x kormov pri vozdely`vanii polikomponentny`x smesej mnogoletnix trav na oroshenii / T.N. Dronova, N.I.Burceva, E.I. Molokanceva // Aktual`ny`e napravleniya nauchny`x issledovanij v APK: ot teorii k praktike: materialy` Nacional`noj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2017. – S. 60-66.

9. Zheltopuzov, V.N. Ximicheskij sostav korma bobovy`x i bobovo-zlakovy`x travosmesej v usloviyax orosheniya / V.N. Zheltopuzov, O.V. Xonina // Vestnik APK Stavropol`ya. – 2016. – №3(23). – S. 168-171.
10. Stepanova, G.V. Vliyanie pogodny`x uslovij na ximicheskij sostav suxogo veshhestva lyucerny` (Medicago varia Mart.) v fazu czveteniya / G.V. Stepanova // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. – 2019. – №2. – S. 26-39.
11. Zar`yanova, Z.A. Struktura i kachestvo kormovoj massy` razlichny`x vidov mnogoletnix trav / Z.A. Zar`yanova, S.V. Kiryuxin, S.V. Bobkov [i dr.]. // Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`. – 2017. – №4(24). – S. 115-120.
12. E`sedullaev S.T., Shmeleva N.V. Rol` netradicionny`x kormovy`x kul`tur v kormoproizvodstve Verxnevolzh`ya i nauchny`e osnovy` ix vozdely`vaniya v odnovidovy`x i smeshanny`x posevax / S.T. E`sedullaev, N.V. Shmeleva // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. – 2019. -№2. – S. 6-16.

N. V. Tyutyuma, A. V. Kudryashov

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
stone79.79@list.ru

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZING AND SOWING METHODS ON NUTRITIONAL VALUE OF LEGUME–GRASS MIXTURES

Producing sufficient amount of high–quality feed is necessary for creating a stable forage base. Cultivation of legume–grass mixtures provides balanced protein in forages. It requires properly selected components of grass mixtures and improved agricultural practices for cultivation of legume–grass mixtures. The aim of the research was to study the effect of various components included in legume–grass mixtures, fertilizing levels and sowing methods on the nutritional value of grass mixtures. To achieve the goal, the following tasks were set: to study the influence of various sowing methods and levels of mineral fertilizing on the nutritional value of grass mixtures; to identify the most productive grass mixtures for the conditions of the north of the Astrakhan region. Records and observations were carried out according to generally accepted methods. The results of three–year studies show that the scattered sowing method and increased mineral fertilizing increase crude protein content in biomass of the studied grass mixtures. The maximum value of this indicator was noted for grass mixtures 1 and 4 with scattered sowing method and N_{50} top dressings – 20.76 and 20.84%, respectively. Row sowing method and N_{50} top dressings increased content of crude fat in biomass of grass mixtures. The highest content of crude fat was noted in grass mixtures 1 and 4 in the variants with the row sowing method + N_{50} top dressing – 3.35 and 3.29%, respectively. Increased mineral fertilizing and scattered sowing reduced content of crude fiber in biomass of the studied grass mixtures. The maximum amount of crude fiber in the grass mixtures was noted in the variant with row sowing method and additional fertilization (control) in grass mixtures 1 and 4 – 23.71 and 23.65%, respectively.

Key words: legume–grass mixtures, components of grass mixtures, nutritional value, crude protein, crude fat, crude fiber.

Продуктивность кормовых культур и основные принципы применения удобрений на мелиорируемых землях Калмыкии

УДК 631.39
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-12-16

М. М. Оконов[1] (д.с.–х.н.), **Б. А. Гольдварг**[2] (к.с.–х.н.), **Г. Д. Унканжинов**[3] (к.с.–х.н.), **С. Б. Адьяев**[4] (к.с.–х.н.), **Р. М. Шабанов**[4] (к.с.–х.н.)
[1]Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,
[2]Калмыцкий НИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН,
[3]ФГБУ САС «Калмыцкая»,
[4]Филиал ФБНУ ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова,
okonov.51@mail.ru

В Республике Калмыкия в силу географического местоположения и резкой континентальности климата ощущается острый дефицит продуктивной влаги и основных элементов питания в зональных подтипах почвы. Интенсификация полевого кормопроизводства в республике, создание устойчивой кормовой базы, требует более эффективного использования орошаемых земель. Одним из важнейших направлений повышения продуктивности орошаемого гектара является насыщение посевами в системе получения двух-трех урожаев в год однолетних кормовых культур с разработкой рациональной системы применения удобрений. Возделывание таких культур наряду с люцерной, способных за короткий срок вегетации (50-65 дней) формировать высокие урожаи надземной биомассы, позволяют гарантированно получать при орошении три урожая в теплый период года [2, 3, 5]. В результате многолетних исследований, проведенных авторами, было установлено, что в агроклиматических условиях Прикаспийской низменности при комплексной оптимизации водного и пищевого режимов почвы, наибольшую продуктивность проявляют кукуруза, сорго, суданская трава в основных посевах, а в качестве промежуточной хорошо удается – озимая рожь, как в одновидовых, так и смешанных посевах. При интенсивном использовании орошения с получением трех урожаев в год можно иметь коэффициент использования пашни 1,25–1,30, а продуктивность поливного гектара на светло-каштановой почве довести до 10–12 тысяч кормовых единиц [4, 7, 9]. В современных условиях при ограниченных возможностях применения высоких и повышенных доз минеральных удобрений в экологическом земледелии, требуется рациональный подход к выбору высокопродуктивных однолетних кормовых культур с учетом климатических особенностей территории, биологических потребностей культур и уровня плодородия почвы. Установлено, что в посевах однолетних кормовых культур размещенных по предшественнику — люцерна, нецелесообразно вносить высокие дозы азотосодержащих удобрений. Как показали результаты исследования, достаточно эффективны при орошении умеренные дозы азота в сочетании с фосфором. Наряду с применением удобрений в расчетных дозах на планируемый урожай необходимо поддерживать оптимальный водный режим почвы на уровне 75–80% НВ современными дождевальными установками [6, 8]. Цель исследования в 2018–2020 гг. заключалась в разработке базовой модели получения трех урожаев в год с оптимизацией основных технологических процессов (орошение, системы удобрения) в условиях светло-каштанового подтипа почвы Прикаспийской низменности.

Ключевые слова: климат, почва, орошение, однолетняя кормовая культура, доза удобрения, интенсификация, технологическая схема, продуктивность, эффективность.

Введение

Современная агрономическая наука и практика показывают, что одним из наиболее действенных и рациональных путей повышения продуктивности орошаемых земель является выращивание однолетних кормовых культур в системе основных и промежуточных посевов. Такая интенсивная технологическая схема обосновывается на всестороннем учете и максимальном удовлетворении биологических потребностей возделываемых культур, оптимизации водного и пищевого режимов зональных подтипов почвы.

Для обеспечения оптимального хода продукционного процесса в посевах требуется оперативное управление внешними регулируемыми факторами. Широкая практика выращивания кормовых культур на орошении в республике показывает, что осуществление технологических процессов в настоящее время, не отвечает в полной мере требованиям к формированию потенциально возможного урожая [1, 7].

В результате проведенных исследований нами проведена комплексная оценка продуктивности наиболее перспективных культур и пооперационно разработаны технологические схемы обеспечивающие получение разных уровней урожайности однолетних кормовых культур. Методика построения таких схем основана на корректировке наиболее важных агротехнических параметров (нормы и способы посева, режимы ороше-

ния, дозы минеральных удобрений, ростостимуляторы и др.) в зависимости от уровня планируемого урожая, агрохимических и водно-физических свойств почвы, обеспеченности материально-техническими ресурсами.

Материал и методы исследования

Исследования были проведены на учебно-опытном участке «Агрономус» Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова.

Почва участка светло-каштановая, тяжелосуглинистая, характеризующаяся низким содержанием подвижного фосфора, средне-минеральным азотом и повышенно обменным калием.

Реакция почвенного раствора слабощелочная (pH=7,4), плотность сложения почвы в активном слое 0–0,7 м составляет 1,4 т/м^3, наименьшая полевая влагоемкость (НВ) — 20,6% от массы сухой почвы.

Годы проведения исследований по температурному режиму были близки к климатической норме (отклонения не превышали ±10–15%), а по условиям естественной влагообеспеченности различались более существенно.

В трехурожайном варианте в качестве первой культуры высевалась озимая рожь, для получения второго урожая поукосно использовалась кукуруза в смеси с суданской травой и сорго, а в качестве третьего урожая — отава суданки и сорго.

Минеральные удобрения вносились в расчетных дозах на планируемый урожай 20; 30 и 40 т/га зеленой массы. Фосфорные удобрения вносили под основную обработку почвы и при посеве (P_{20}), а азотосодержащие удобрения перед посевом под культивацию и подкормки вместе с поливом.

Режим орошения поддерживается поливами не ниже 75% НВ.

Содержание в почве P_2O_5 и K_2O (мг/кг) определяли по Мачигину.

Агротехника выращивания кормовых культур в опытах соответствовала зональным рекомендациям с дополнением их вариантами изучаемых приемов.

Результаты исследования и их обсуждение

В устойчивом повышении продуктивности орошаемых земель большое значение имеют мероприятия, направленные на более полное использование водных, почвенных и климатических ресурсов. В агроклиматических условиях сухостепной зоны Прикаспия интенсивность использования орошаемой пашни значительно повышается при выращивании двух-трех урожаев однолетних кормовых культур. Безальтернативным приемом интенсификации производства кормов на орошаемых светло-каштановых почвах региона является рациональное, экологически безопасное применение минеральных удобрений.

В результате проведенных исследований были получены согласованные данные, свидетельствующие о том, что на светло-каштановой почве при оптимальном режиме орошения (75–80% НВ), повышение урожайности кормовых культур обуславливается в первую очередь оптимизацией азотного питания, во втором минимуме находится фосфор, а уровень калийной обеспеченности не лимитирует продуктивность кормовых однолетних культур. С учетом выявленных биологических закономерностей потребления макроэлементов изучаемыми культурами, динамики изменения питательного режима почвы за вегетационный период были раннее разработаны индексы обеспеченности почвы основными элементами питания для диагностики условий минерального питания и управления питательным режимом в посевах основных однолетних кормовых культур (*табл. 1*).

При разработке экологически безопасной и экономически эффективной системы удобрений на орошении необходимо установить научно обоснованные границы минимально необходимого и максимально возможного содержания в почве элементов питания.

Так, урожайность однолетних кормовых культур при применении удобрений значительно возрастает на светло-каштановой почве при низкой обеспеченности миндальным азотом и фосфором. По мере повышения обеспеченности почвы данными элементами прирост

Табл. 1. Индексы для почвенной диагностики условий минерального питания растений в посевах кормовых культур [9]

Культуры	Оптимальное содержание азота и фосфора в почве для получения разных уровней урожая, мг/кг					
	ДВУ		0,75 ДВУ		0,50 ДВУ	
	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1. Озимые промежуточные посевы: озимая рожь, тритикале	40–42	45–50	32–35	40–45	18–22	25–30
2. Ранне-весенние посевы: овес+горох+подсолнечник	28–30	35–40	20–22	30–35	12–15	22–26
3. Поукосные и поживные посевы:						
кукуруза, сорго	32–35	45–48	25–28	38–42	15–18	20–25
суданская трава, пайза	28–30	40–45	20–22	32–35	12–15	20–22

*ДВУ – действительно возможный урожай в числителе ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) и P_2O_5 в слое почвы перед посевом; в знаменателе – в среднем за вегетацию

Табл. 2. Коэффициенты возмещения выноса фосфора и калия в посевах кормовых культур (среднее за 2018–2020 гг.)

Обеспеченность почвы доступными формами фосфора и калия	Содержание P_2O_5, мг/кг	Коэффициент возмещения выноса фосфора	Содержание K_2O, мг/кг	Коэффициент возмещения выноса калия
Очень низкая	<10	1,75	100	1,50
Низкая	12–15	1,50	100–200	1,25
Средняя	16–30	1,25	210–300	1,0
Повышенная	31–45	1,00	300–400	0,60
Высокая	46–55	0,75	400–600	0,25

урожая всех изучаемых культур постепенно замедляется и наступает момент, когда внесение азотных и фосфорных удобрений становится экономически неоправданным.

Следовательно, нижняя граница содержания P_2O_5 в светло-каштановой почве должна поддерживаться внесением удобрений не ниже 25–30 мг/кг, а минеральных форм азота ($N\text{-}NH_4$+$N\text{-}NO_3$) на уровне 15–20 мг/кг. Для реализации действительно возможной урожайности (ДВУ) в условиях Прикаспийской низменности с получением 120–150 т/га зеленой массы, необходимо иметь в полуметровом слое почвы к началу вегетации 35–40 мг/кг минерального азота и в пахотном слое (0,25 м) — 42–45 мг подвижного фосфора. Для сохранения и расширенного воспроизводства плодородия светло-каштановой почвы как основного объективного условия получения высоких урожаев кормовых культур в интенсивном орошаемом кормопроизводстве, необходимо обеспечить бездефицитный баланс азота за счет удобрений и бобовых культур в севообороте. Для устойчивого окультуривания зональных подтипов почвы необходимо вносить фосфорсодержащие удобрения в дозе превышающей хозяйственный вынос на 12–15%, устранить большую пестроту в содержании подвижного фосфора на полях и постепенно довести обеспеченность почвы этим элементом до оптимального уровня (табл. 1). Учитывая высокую обеспеченность зональных подтипов почвы доступным калием можно допустить отрицательный баланс калия при частичном возмещении выноса этого элемента на уровне 25–50% *(табл. 2)*.

Применение расчетных доз удобрений на планируемые урожаи с учетом агрохимических показателей почвы и коэффициентов возмещения основных макроэлементов позволило получать гарантированно высокие урожаи и экологически безопасно использовать агрохимикаты.

При выращивании трех урожаев в год с использованием промежуточной озимой ржи (первый урожай), по укосной кукурузы с суданской травой (второй урожай) и отавы суданской травы (третий урожай) можно гарантированно получить на светло-каштановой почве до 120 т/га зеленой массы (табл.3). В среднем за три года наибольшая урожайность озимой ржи составила — 37,8 т/га, по укосной кукурузно-суданковой смеси — 47,9 т/га, а отавы суданки — 34,5 т/га. Суммарный сбор зеленой массы при этом составил — 120,2 т/га.

Применение расчетных доз удобрений на планируемые уровни урожая 20 и 30 т/га позволило реализовать программу с превышением фактического урожая на 5,2–23,5%, а уровень 40–50 т/га достичь с минимальными отклонениями на уровне (–4,2–13,7%).

Табл. 3. Эффективность расчетных доз удобрений в посевах однолетних кормовых культур на орошении (средняя за 2018–2020 гг.)

Культура	Планируемый урожая зеленой массы, т/га	Расчетная доза удобрений	Фактическая урожайность, т/га	Отклонение от планируемой, т/га
Озимая рожь – первый урожай	20	$N_{60}P_{40}$	24,7	+23,5
	30	$N_{90}P_{55}$	31,3	+4,3
	40	$N_{120}P_{70}$	37,8	–5,5
Кукуруза в смеси с суданской травой	30	$N_{90}P_{60}$	34,5	+15,0
	40	$N_{120}P_{75}$	42,1	+5,2
	50	$N1_{60}P_{90}$	47,9	–4,2
Отава суданской травы – третий урожай	20	N_{30}	19,3	–3,5
	30	N_{40}	28,7	–4,4
	40	N_{50}	34,5	–13,7
В сумме за три урожая	70	$N_{1800}P_{100}$	78,5	+12,1
	100	$N_{250}P_{130}$	102,1	+2,1
	130	$N_{330}P_{160}$	120,2	–7,6

Широкое освоение на орошении таких технологий позволит существенно увеличить производство зеленых кормов в сухостепной и полупустынной зонах Калмыкии.

Выводы

В агроклиматических условиях Калмыкии урожайность сельскохозяйственных культур ограничивается, прежде всего, дефицитом продуктивной влаги, усвояемых форм питательных веществ в почвах. В этой связи оптимизация водного и питательного режимов почвы на орошении имеют решающее значение в полевом кормопроизводстве региона. Наряду с этим, большое значение имеет правильный подбор засухоустойчивых культур для уплотнения кормовых севооборотов.

Установлено, что в системе получения трех урожаев в год наиболее перспективны озимая рожь, в качестве промежуточного посева и кукурузно-суданковая смесь в качестве основного.

Установлено, что нижняя граница содержания подвижного фосфора в пахотном слое почвы должна быть на уровне 20–25 мг/кг, а минерального азота 15–20 мг/кг почвы. Для формирования максимально возможных урожаев кормовых культур необходимо создавать к началу вегетации посевов более высокое содержание этих элементов: 30–35 мг минерального азота и 40–45 мг/кг подвижного фосфора.

Разработанная базовая технологическая схема с применением расчетных доз удобрений при оптимальном водном режиме почвы ≥75% НВ позволила получить 120,2 т/га зеленой массы при трех урожаях в год на светло-каштановой почве сухостепной зоны Калмыкии.

Литература

1. Агрохимический вестник по Республике Калмыкия / под ред. Г.Д. Унканжинова. – Элиста, 2013. – 73 с.
2. Багров, М.Н. Оптимизация водного и питательного режимов почвы/ М.Н. Багров, А.С. Мушинский// Кормопроизводство. – 1986. – №10. – С. 26-27.
3. Гаврилов, А.М. Интенсивная технология возделывания кормовых культур на орошаемых землях / А.М. Гаврилов, В.И. Филин // Интенсивная технология возделывания кормовых культур (теория и практика): Сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.:Агропромиздат, 1990.
4. Дронова, Т.Н. Кормопроизводство: проблемы полевого травосеяния/ Т.Н. Дрорнова, Н.И. Бурцева // Орошаемое земледелие. – 2013. – № 1. – С.8-9.
5. Ильичев, В.Г. Кукуруза и суданская трава в чистых и уплотненных посевах на орошении/ В.Т. Ильичев // Оптимизация условий возделывания кукурузы на орошаемых землях: Сб. науч. тр. ВНИИОЗ. – Волгоград, 1986. – С. 120-127.
6. Оконов, М.М. Приемы регулирования минерального питания и основные принципы применения удобрений в орошаемом земледелии Нижнего Поволжья/ М.М. Оконов // На рубеже тысячелетий: Сб. науч. тр. СКНЦВШ, том 8. – Ростов-на-Дону, 2001. – С. 61-66.
7. Оконов, М.М. Адаптивное землепользование на мелиорируемых агроландшафтах Республики Калмыкия: Монография/ М.М. Оконов, Э.Б. Дедова. – Изд-во. КалмГУ. – Элиста, 2015. – 168 с.
8. Филин, В.И. Теория и методы управления плодородием каштановых почв в экологически сбалансированном земледелии / В.И. Филин // Тезисы и докл. Международ. науч. конф. – Астрахань: РАСХН, 1997.
9. Филин, В.И. Удобрение и орошение однолетних кормовых культур в интенсивном кормопроизводстве Прикаспийского региона / В.И. Филин, М.М. Оконов. – Элиста, 2004. – 301 с.

Литература

1. Agroximicheskij vestnik po Respublike Kalmy`kiya / pod red. G.D. Unkanzhinova. – E`lista, 2013. – 73s.
2. Bagrov, M.N. Optimizaciya vodnogo i pitatel`nogo rezhimov pochvy`/ M.N. Bagrov, A.S. Mushinskij// Kormoproizvodstvo. – 1986. – №10. – S. 26-27.
3. Gavrilov, A.M. Intensivnaya texnologiya vozdely`vaniya kormovy`x kul`tur na oroshaemy`x zemlyax / A.M. Gavrilov, V.I. Filin // Intensivnaya texnologiya vozdely`vaniya kormovy`x kul`tur (teoriya i praktika): Sb. nauch. tr. VASXNIL. – M.: Agropromizdat, 1990.
4. Dronova, T.N. Kormoproizvodstvo: problemy` polevogo travoseyaniya/ T.N. Drornova, N.I. Burceva // Oroshaemoe zemledelie. – 2013. – № 1. – S.8-9.
5. Il`ichev, V.G. Kukuruza i sudanskaya trava v chisty`x i uplotnenny`x posevax na oroshenii/ V.T.Il`ichev // Optimizaciya uslovij vozdely`vaniya kukuruzy` na oroshaemy`x zemlyax: Sb. nauch. tr. VNIIOZ. – Volgograd, 1986. – S.120-127.
6. Okonov, M.M. Priemy` regulirovaniya mineral`nogo pitaniya i osnovny`e principy` primeneniya udobrenij v oroshaemom zemledelii Nizhnego Povolzh`ya/ M.M. Okonov // Na rubezhe ty`syacheletij: Sb. nauch. tr. SKNCzVSh, tom 8. – Rostov-na-Donu, 2001. – S. 61-66.
7. Okonov, M.M. Adaptivnoe zemlepol`zovanie na melioriruemy`x agrolandshaftax Respubliki Kalmy`kiya: Monografiya/ M.M. Okonov, E`.B. Dedova. -Izd-vo. KalmGU. – E`lista. -2015. – 168 s.
8. Filin, V.I. Teoriya i metody` upravleniya plodorodiem kashtanovy`x pochv v e`kologicheski sbalansirovannom zemledelii / V.I. Filin // Tezisy` i dokl. Mezhdunarod. nauch. konf. – Astraxan`: RASXN, 1997.
9. Filin, V.I. Udobrenie i oroshenie odnoletnix kormovy`x kul`tur v intensivnom kormoproizvodstve Prikaspijskogo regiona / V.I. Filin, M.M. Okonov.-E`lista, 2004. – 301 s.

M. M. Okonov[1], B. A. Goldvarg[2], G. D. Unkanzhinov[3], S. B. Ad`yaev[4], R. M. Shabanov[4]
[1]Kalmyk State University named after B. B. Gorodovikov,
[2]Kalmyk Research Institute of Agriculture named after M.B. Narmaev –
branch of Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of RAS,
[3]Federal state budgetary institution «Station of agrochemical service «Kalmyk»,
[4]Branch of Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov
okonov.51@mail.ru

PRODUCTIVITY OF FORAGE CROPS AND BASIC PRINCIPLES OF FERTILIZATION IN IRRIGATED AGRICULTURE IN KALMYKIA

The Republic of Kalmykia, due to its geographic location and sharp continental climate, is characterized by an acute shortage of productive moisture and basic nutrients in the zonal soil subtypes. Intensification of field fodder production and creation of a stable fodder base in the republic requires a more efficient use of irrigated lands. One of the most important directions for increasing productivity of irrigated lands is growing crops in the system of obtaining two or three yields of annual forage crops per year with the development of a rational fertilizer application system. Cultivation of such crops with alfalfa, forming high yields of aboveground biomass in a short period (50–65 days), make it possible to obtain three crops under irrigation during the warm season. The research has shown that corn, sorghum, Sudan grass as main crops, and winter rye as inter crop had the greatest productivity under optimization of water and fertilizer soil regimes in the Caspian lowland conditions. Ecological agriculture demands a rational approach to the selection of highly productive annual forage crops, considering climatic characteristics of the territory, biological requirements of crops and soil fertility level. It was found that high doses of nitrogen fertilizers were inappropriate for annual forage crops grown after alfalfa. The results have shown that moderate doses of nitrogen and phosphorus were quite effective in irrigation. Moreover, it is necessary to maintain the optimal water regime of soil at the level of 75–80% FC using modern sprinklers. The purpose of the study in 2018–2020 was to develop a basic model for obtaining three harvests per year with optimization of main technological processes (irrigation, fertilization) on light chestnut subtype of soils in the Caspian lowland.

Key words: climate, soil, irrigation, annual forage crop, fertilizer dose, intensification, technological scheme, productivity, efficiency.

Правила оформления статей

Статьи принимаются на русском и английском языках.

Материалы для публикации представляются в виде файла в формате Microsoft Word for Windows с расширением .doc или .docx.

Статья и аннотация должны быть написаны хорошим литературным языком. В ней не должны содержаться базисные, общеизвестные, сведения по профильной научной тематике. При использовании единиц измерения необходимо придерживаться международной системы единиц СИ.

Дублирование данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо.

Рекомендуемый объем статей – от 6 до 16 страниц формата А4 в редакторе Microsoft Office Word, шрифт «Times New Roman», кегль 14, интервал 1,5, абзацный отступ – 1 см, все поля – 2 см. Выравнивание текста статьи по ширине.

Графическая информация должна быть черно-белой (за исключением фотографий). Графики, диаграммы, схемы и др. рекомендуется представлять в файлах формата TIFF, Adobe Illustrator, Photoshop, Visio (за исключением диаграмм, выполненных в Microsoft Office). Рисунки должны быть четкими и выполняться на белом фоне. Каждый рисунок должен быть снабжен подрисуночной подписью. Оси графиков должны иметь подписи без сокращений. Элементы схем, чертежей и др. должны иметь подписи или обозначения, расшифровка которых должна содержаться в подрисуночной подписи.

Таблицы выполняются в форматах Microsoft Word или Excel. Каждая строка таблицы должна оформляться именно как отдельная строка. Разделение строк и столбцов таблицы с помощью знаков «пробел», «Enter» не допускается.

Формулы. Простые формулы рекомендуется выполнять в Microsoft Word, более сложные — в Редакторе формул Microsoft Equation Editor или аналогичном редакторе. Все входящие в формулу параметры должны быть расшифрованы. Расшифровку приводят один раз, когда параметр встречается впервые. Выполнение формул в виде рисунков не допускается.

Список литературы должен быть не менее 6 источников. Ссылки на работы авторов должны занимать не более 50% списка литературы. Оформляется строго по ГОСТ Р 7.0.5-2008, выравнивание по ширине.

Помимо списка литературы, приводится также транслитерированный список литературы на кириллице и перевод названия публикации на английский.

После списка литературы и ее транслитерированного списка необходимо вставить перевод на английский язык названия статьи, фамилии и инициалы автора(ов), сведения о них, название места работы/учебы, аннотации и ключевых слов. Для англоязычных статей делается перевод на русский язык.

Влияние регуляторов роста на динамику накопления площади листовой поверхности и фотосинетического потенциала кормовой свеклы в условиях Нечерноземной зоны России

УДК 633.41:661.162.66
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-17-21

Е. С. Бородина[1,2], А. Н. Постников[1] (д.с.–х.н.)**, В. И. Бондарь[3]** (к.с.–х.н.)
[1]РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева,
[2]Калужский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»,
[3]Калужский филиал РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева,
ekaterinapeliy@yandex.ru

Интенсификация сельскохозяйственного производства предусматривает разработку и внедрение новых, прогрессивных и экономически выгодных приемов. В Нечерноземной зоне России вопрос повышения продуктивности кормовых культур с высокими качественными показателями, обеспечивающие отрасль животноводства сочными кормами стоит крайне остро. Одним из способов получения гарантированно высокого, стабильного урожая культуры, на примере кормовой свеклы, испытывающей ряд стрессовых ситуаций в течении вегетации, является применение современных, высокоэффективных регуляторов роста, положительно влияющих на рост и развитие культуры. Исследования проведены на базе опытного поля Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019–2020 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в Калужской области на кормовой свёкле сортотипа Эккендорфская жёлтая. Целью исследования являлось изучение влияния различных регуляторов роста на динамику прироста листовой поверхности, фотосинтетического потенциала кормовой свеклы в условиях Нечерноземной зоны. Установлено положительное влияние от применения регуляторов роста на урожайность культуры, эффект от предпосевной обработки семян составил 26,5–62 т/га или 4,9–11,5%, при внекорневом внесении 22,5–66 т/га или 4,2–12,3%, динамика накопления площади листовой поверхности к моменту полной спелости увеличилась на 4,1–12,3 и 1,8–10,0% соответственно по вариантам применения в технологии выращивания культуры относительно контроля.

Ключевые слова: кормовая свекла, продуктивность, регуляторы роста, сухое вещество.

Введение

Применение регуляторов роста является одним из основных элементов интенсивных технологий. Изменение гормонального статуса растений под воздействием регуляторов роста обеспечивает повышение активности метаболических процессов в растении, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, повышает динамику накопления площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала культуры.

Регуляторы роста весьма эффективны не только для полевых, но также плодовых, ягодных, овощных и декоративных культур. Применение фиторегуляторов определяется этапом онтогенеза, средовыми условиями и задачами, решаемыми с их помощью (корнеобразование, выведение семян из состояния покоя, регуляция развития вегетативных генеративных органов, регуляция плодообразования и созревания, регуляция устойчивости растений, качества продукции и др.)

Таким образом, регуляция гормонального статуса в онтогенезе путем использования регуляторов роста является эффективным средством повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур, а также качества продукции, позволяющего реализовывать потенциал растений [1, 2].

Кормовую свеклу выращивают из-за её ценности не только на территории СНГ. В Новой Зеландии произошло увеличение популярности кормовой свеклы во многих областях, это основано на высокой урожайности, потенциальной ценности для молочных коров и хорошей лежкости в зимний период [1–3].

Для получения высокого урожая корнеплодов необходимы семена соответствующего качества. Производство кондиционного посевного материала в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России может способствовать снижению затрат на его приобретение и доставку из других областей. При этом необходимо отметить, что более полно реализовать потенциальные возможности сельскохозяйственных растений позволяет обработка регуляторами роста [4].

Целью проводимых исследований кормовой свеклы стало изучение влияния различных регуляторов роста на динамику прироста листовой поверхности, фотосинтетического потенциала в условиях Нечерноземной зоны.

Материал и методы исследования

Экспериментальная работа проводилась на базе опытного поля Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019–2020 гг. на дерново-

подзолистой супесчаной почве в Калужской области на кормовой свёкле сортотипа Эккендорфская жёлтая. По результатам экспериментальных исследований выявлены положительные эффекты от применения регуляторов роста как при обработке семенного материала, так и при внекорневом внесении.

Почва характеризовалась низким содержанием гумуса — 2,3%, повышенным содержанием подвижного фосфора 130 мг/кг, средним содержанием обменного калия 93 мг/кг, реакция почвенного раствора слабокислая, $pH_{сол}$ = 5,5. Повторность опыта — четырёхкратная, размещение вариантов рендомизированное, учётная площадь делянок 20 м^2. Фон удобрений состоял из внесения 100% от необходимой нормы при планируемом урожае 50 т/га корнеплодов потребления фосфорно-калийного удобрения и 30% азотного удобрения под предпосевную культивацию вручную и 70% азотных подкормок по вегетации из расчета $N_{150}P_{100}K_{180}$. Посев производился вручную с нормой высева 75 тыс. шт/га всхожих семян, 18 мая 2019 г., 15 мая 2020 г.

Предшествующая культура — озимая пшеница.

Схема опыта включала следующие варианты.

1. Контроль – без обработки.

2. Предпосевная обработка семян:

– Биодукс (1 мл/т);

– АгроСтимул (250 мл/т);

– Эпин-Экстра (12 мл/т);

Циркон (4 мл/т).

3. Обработка растений по вегетации (в фазу 7-го листа):

– Биодукс (3 мл/га);

– АгроСтимул (150 мл/га);

– Эпин-Экстра (100 мл/га);

– Циркон (40 мл/га).

Обработка семян фиторегуляторами проводилась по рекомендованным производителям срокам от даты посева, первая внекорневая обработка посевов — при появлении 7-го настоящего листа, совпадающего с началом периода интенсивного роста. На варианте обработки растений по вегетации (вариант 2–4) проводилась двухразовая обработка посевов через каждые 5 дней после восстановления тургора листьев, но не ранее 17 часов мелкодисперсным ручным опрыскивателем с расходом жидкости, эквивалентным 200 л/га.

Применение фиторегуляторов на посевах различных культур становится все более распространенным приемом в сельском хозяйстве, из-за того, что в настоящее время климат претерпевает глобальные изменения, отмеченные и подтверждённые многочисленными службами и организациями [5, 6].

В 2019 г. среднесуточная температура была ниже среднемноголетнего уровня только в июле и августе, в остальные месяцы показатели превышали норму среднемноголетних значений, особенно в мае и июне на 3,5 °С, поэтому температурный режим за май-сентябрь

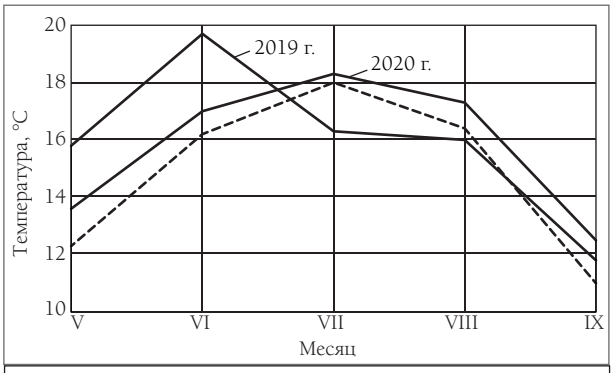


Рис. 1. Метеорологические показатели за вегетацию (штриховая линия — среднемесячное значение)

2019 г. можно охарактеризовать как умеренно теплый. В 2020 г. среднесуточная температура характеризовалась превышением среднемесячных температур на всем периоде вегетации (*рис. 1*).

Сумма осадков за май-сентябрь в 2019 г. составила 323 мм или 94% от нормы. Наибольшее количество осадков выпало в июне 111 мм (*рис. 2*).

Режим атмосферных осадков за май-сентябрь в 2019 г. характеризуется достаточным количеством.

В 2020 г. в период вегетации с мая по сентябрь выпало свыше 322 мм осадков, что на 23 мм меньше суммы среднемесячных осадков за данный период времени.

В целом, за годы исследований повышенные температуры и количество выпавших осадков на ранней стадии онтогенеза кормовой свеклы оказали существенное влияние на рост и развитие культуры, следовательно и на выход конечного урожая.

Полевой опыт и фенологические наблюдения проводили в соответствии с методикой полевого опыта [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Продуктивность и качество кормовой свеклы в зависимости от фиторегуляторов за 2019–2020 гг. (*табл. 1*).

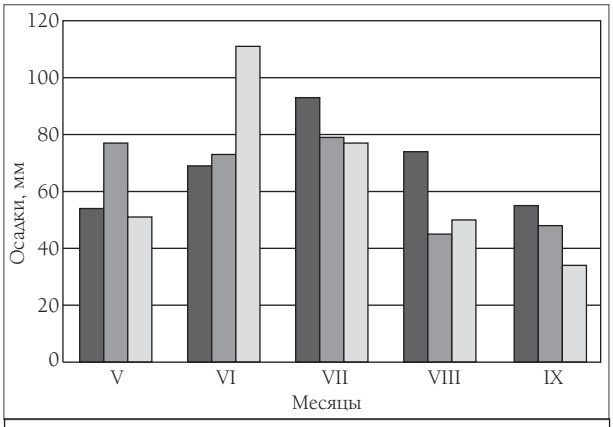


Рис. 2. Количество осадков за вегетацию: ■ — среднемесячное значение; ■ — 2020 г.; □ — 2019 г.

Табл. 1. Содержание и сбор сухого вещества корнеплодов в зависимости от фиторегуляторов за 2019–2020 гг.

Варианты	Урожай корнеплодов		Сбор АСВ		Дополнительный сбор к. ед.
	ц/га	%	ц/га	%	
Предпосевная обработка семян					
1. Контроль	538,0	100,0	69,0	100,0	–
2. Биодукс	599,0	109,5	77,9	113,0	7,3
3. АгроСтимул	564,5	103,5	73,4	106,0	3,2
4. Эпин-Экстра	568,5	104,0	74,0	107,5	3,7
5. Циркон	600,0	110,0	78,0	113,0	7,4
$НСР_{05}$	24,27	–	7,2	–	–
Обработка растений по вегетации					
1. Контроль	538,0	100,0	69,0	100,0	-
2. Биодукс	**604,0**	**112,3**	**78,6**	**113,9**	**7,9**
3. АгроСтимул	560,5	104,2	72,9	105,7	2,7
4. Эпин-Экстра	567,5	105,5	73,8	107,0	3,5
5. Циркон	593,5	110,3	77,2	111,9	6,7
$НСР_{05}$	25,76	–	7,7	–	–

Усредненное значение урожайности свеклы под влиянием регуляторов роста находилось в пределах 560–604 ц/га.

Статистически доказуемая прибавка урожая корнеплодов и сбора сухого вещества корнеплодов в варианте с предпосевной обработкой семян получена под воздействием Циркона и Биодукса. Урожайность увеличилась с 538 до 599 и 600 ц/га соответственно, а сбор сухого вещества — с 69,0 до 77,9, 78,0 ц/га или на 7,3 и 7,5%.

Достоверная прибавка урожая корнеплодов и сбора сухого вещества корнеплодов в варианте с применением регуляторов роста по вегетации была получена в варианте с применением Биодукса и Циркона. Урожайность увеличилась с 538 до 604 и 593,5 ц/га соответственно, а сбор сухого вещества – с 69,0 до 78,6, 77,2 ц/га или на 7,9 и 6,7%.

Более высокая урожайность относительно контрольного варианта, полученная при предпосевной обработке семян способствовала получению дополнительно 3,2–7,4 к. ед., при внекорневом внесении по вегетации фиторегуляторы способствовали дополнительному получению 2,7–7,9 к. ед.

Важной характеристикой продукционной способности, а также направленности фотосинтетических и ростовых процессов свеклы являются показатели накопления площади листьев и соответственно фотосинтетического потенциала.

Развитие листовой поверхности у кормовой свёклы может достигать 100 тыс.м^2/га. Однако оптимальные её размеры находятся в пределах 30-40 тыс.м^2/га, и дальнейшее увеличение неэффективно из-за взаимного затенения листьев. Недостаточные размеры листовой поверхности являются причиной недобора урожаев [8-9].

По результатам проведенных исследований были получены усредненные данные динамики площади листьев в зависимости от способов применения различных регуляторов роста за 2019–2020 гг. *(табл. 2)*. Для вариантов с применением регуляторов роста по

Табл. 2. Динамика площади листьев (L) кормовой свеклы в зависимости от фиторегуляторов, тыс. м^2/га за 2019–2020 гг.

Вариант	Фаза развития				
	Вилочки	7 листьев	Смыкание листьев в междурядьях	Размыкание междурядий	Техническая спелость
Предпосевная обработка семян					
1. Контроль	2,31	2,86	23,25	26,60	21,90
2. Биодукс	2,33	2,87	25,05	28,00	24,50
3. АгроСтимул	2,32	2,86	23,95	27,40	22,80
4. Эпин-Экстра	2,32	2,87	24,45	27,80	23,20
5. Циркон	2,33	2,88	25,25	28,10	24,60
Обработка растений по вегетации					
1. Контроль	2,31	2,86	23,25	26,60	21,90
2. Биодукс	2,31	2,86	25,90	29,50	24,10
3. АгроСтимул	2,32	2,86	23,80	27,20	22,30
4. Эпин-Экстра	2,31	2,86	24,20	27,70	22,70
5. Циркон	2,33	2,88	25,00	28,60	23,20

семенам максимальное накопление площади листьев для фазы вилочки было в вариантах 2 и 5 по 2,33 тыс. м²/га при контрольном значении 2,21 тыс. м²/га, что подтверждает факт эффективности регуляторов при обработке семян уже на ранних фазах развития культуры, далее динамика накопления относительно контроля по фазам развития лишь увеличивается.

Для вариантов с применением регуляторов роста по вегетации разницы по динамике накопления площади листьев до момента их применения — 7 настоящий листьев не обнаружено, что подтверждает почвенную однородность опытного участка. После первичной обработки в фазу 7 листьев и повторной спустя 5 дней динамика накопления площади листьев по вариантам относительно контрольного варианта отличалась на 1,8–10,0%.

В фазу технической спелости свеклы кормовой максимальное значение площади листьев для вариантов с обработкой семян было получено в вариантах 2 с Биодуксом — 24,5 тыс. м²/га и 5 с Цирконом – 24,6 тыс. м²/га при контрольном значении 21,9 тыс. м²/га., при обработке растений по вегетации максимальное значение площади листьев в фазу технической спелости было в варианте 2 — 24,1 тыс. м²/га.

В целом за вегетацию фотосинтетический потенциал характеризует фотосинтетическую мощность посева и возможность совершать посевом фотосинтетическую работу. У свёклы как культуры с продолжительной вегетацией в благоприятных условиях роста и развития фотосинтетический потенциал довольно высок и обычно превышает 2,5 (млн. м²/га)·дней [9].

Динамика фотосинтетического потенциала кормовой свеклы в зависимости от фиторегуляторов на момент технической спелости, а именно 128 дней вегетации на контрольном варианте за два года исследований составляла 2814,6 тыс. м²/га, при обработке семян находилась в пределах 2929,3 тыс. м²/га (АгроСтимул) — 3158,7 тыс. м²/га (Циркон), при обработке по вегетации соответствовала диапазону 2865,4 тыс. м²/га (АгроСтимул) — 3154,3 тыс. м²/га (Биодукс).

Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что на малоплодородных дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны России применение регуляторов роста как при предпосевной обработке, так и при внекорневой способствует увеличению динамики накопления площади листовой поверхности, способствующей получению большего урожая культуры. Прибавка урожая корнеплодов от предпосевной обработки семян составила 26,5–62 т/га или 4,9–11,5%, при внекорневом внесении 22,5–66 т/га или 4,2–12,3%.

К фазе технической спелости площадь листьев от обработки семян увеличилась на 4,1–12,2% и при применении регуляторов по вегетации на 1,8–10,0% относительно контрольного варианта опыта соответственно.

Применение препаратов Биодукс и Циркон проявили себя наиболее эффективно за два года исследований. Прибавка урожая корнеплодов относительно вариантов 3 (АгроСтимул) и 4 (Эпин–Экстра), составила для Циркона и Биодукса при предпосевной обработке семян 34,5–35,5 ц/га, для внекорневой обработки 26–33 ц/га для Циркона и 36,5–43,5 для Биодукса, прибавка площади листьев в отношении ранее указанных вариантов в фазу технической спелости при обработке семян составила 0,5–1,4 тыс. м²/га и 1,3–1,7 тыс. м²/га.

Литература

1. Edwards, G.R. Dry matter intake and body condition score change of dairy cows grazing fodder beet, kale and kale-oat forage systems in winter / G.R. Edwards, J.M. De Ruiter, D.E. Dalley et al // Proceedings of the New Zealand Grassland Association. – 2014. – Vol. 76. – P. 81–88.
2. Prendergast, S.L. A comparison of microbial protein synthesis in beef steers fed ad libitum winter ryegrass or fodder beet. S.L. Prendergast et al // Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. – 2015. – Vol. – P. 251–56.
3. Бородина, Е.С. Управление продуктивностью кормовой свеклы фиторегуляторами нового поколения / Е.С. Бородина, А.Н. Постников, А.Ф. Пэлий и др. // Перспективы научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Сборник материалов международной научной конференции. Смоленск. – 2019. – С. 14-18.
4. Муромцев, Г. С. Применение регуляторов роста в овощеводстве и картофелеводстве / Г.С. Муромцев, Д.И. Чкаников, О.Н. Кулаева – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – С. 284–301.
5. Катцова, В.М. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / В.М. Катцова, Б.Н. Порфирьева. – М.: ООО РИФ «Д» АРТ», 2011. – 251 с.
6. Постников, А.Н. Управление продуктивностью кормовой свеклы фиторегуляторами нового поколения / А.Н. Постников, В.И. Бондарь, Е.С. Бородина // Доклады ТСХА. Сборник статей 06–08 декабря 2018 года. Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева. – Москва, 2019. – С. 635–638.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. –М.: Изд-во Агропромиздат, 1985. –336 с.
8. Ничипорович, А.А. Адаптивная активность фотосинтетической дея-тельности растений и их продуктивность / А.А. Ничипорович // Тез. докл. всесоюзн. конф. – Пущино, 1979. – С. 24–25.
9. Ничипорович, А.А. Потенциальная продуктивность растений и принципы её использования / А.А. Ничипорович // С.-х. биология. –1979. Т. 14(6). С. 683–684.

Reference

1. Edwards, G.R. Dry matter intake and body condition score change of dairy cows grazing fodder beet, kale and kale-oat forage systems in winter / G.R. Edwards, J.M. De Ruiter, D.E. Dalley et al // Proceedings of the New Zealand Grassland Association. – 2014. – Vol. 76. – P. 81–88.
2. Prendergast, S.L. A comparison of microbial protein synthesis in beef steers fed ad libitum winter ryegrass or fodder beet. S.L. Prendergast et al // Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. – 2015. – Vol. – P. 251–56.
3. Borodina, E.S. Managing the productivity of fodder beet with new generation phytoregulators / E.S. Borodina, A.N. Postnikov, A.F. Peliy et al. // Prospects of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia. Collection of materials of the international scientific conference. Smolensk, 2019. – P. 14–18.
4. Muromtsev, G. S. The use of growth regulators in vegetable and potato growing / G.S. Muromtsev, D.I. Chkanikov, O.N. Kulaeva –M.: VO Agropromizdat, 1987. – P. 284–301.
5. Kattsov, V.M. Assessment of the macroeconomic consequences of climate change in the territory of the Russian Federation for the period up to 2030 and the future / V.M. Kattsova, B.N. Porfirieva. –M.: RIF "D" ART" LLC, 2011. – 251 p.
6. Postnikov, A.N. Management of the productivity of fodder beet by phytoregulators of a new generation / A.N. Postnikov, V.I. Bondar, E.S. Borodina // Reports of the RSAU - MTAA. Collection of articles 06-08 December 2018. Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. Moscow. –2019. – P. 635–638.
7. Dospekhov, B. A. Methodology of field experience / B. A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat Publishing House, 1985. – 336 p.
8. Nichiporovich, A.A. Adaptive activity of photosynthetic activity of plants and their productivity / A.A. Nichiporovich. // Tez. dokl. All-union conf. - Pushchino, –1979. – P. 24–25.
9. Nichiporovich, A.A. Potential productivity of plants and principles of its use / A.A. Nichiporovich // S.-H. biology. – 1979. – Vol. 14(6). – P. 683–684.

E. S. Borodina[1,2], A. N. Postnikov[1], V. I. Bondar[3]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
[2]Kaluga Research Agriculture Institute, Branch of Russian Potato Research Centre,
[3]Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
ekaterinapeliy@yandex.ru

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE DYNAMICS OF ACCUMULATION OF LEAF SURFACE AREA AND PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL OF FODDER BEET IN THE NON–CHERNOZEM ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

IIntensification of agricultural production provides for development and introduction of new, progressive and cost–effective techniques. In the Non–Chernozem zone of the Russian Federation, the issue of increasing productivity of forage crops with high quality indicators that provide livestock industry with green fodder is extremely important. One of the ways to obtain a guaranteed high, stable crop yield of fodder beet is the use of modern, highly effective growth regulators that positively affect growth and development of the crop. The experiments were carried out on the basis of the experimental fields of Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy in 2019–2020. Fodder beet cv. 'Ekkendorfskaya zheltaya' was grown on sod–podzolic sandy loam soil in the Kaluga region. The aim of the research was to study the influence of various growth regulators on the dynamics of leaf surface growth and photosynthetic potential of fodder beet in the Non–Chernozem zone. The positive effect of the use of growth regulators on crop yield was established, the effect of seed pickling was 26.5–62 t/ha (4.9–11.5%), after foliar application it was 22,5–66 t/ha (4,2–12,3%). The dynamics of the accumulation of the leaf surface area by the time of full ripeness increased by 4.1–12.3% and 1.8–10.0%, respectively, compared to the control.

Key words: fodder beet, productivity, growth regulators, dry matter.

Усовершенствование приемов возделывания сортов свеклы столовой отечественной селекции в условиях северо–западного Прикаспия

УДК 635.11
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-22-25

Н. В. Тютюма (д.с.–х.н.), **А. Н. Бондаренко** (д.с.–х.н.), **А. В. Тютюма**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН,
pniiaz@mail.ru

В настоящее время импорт остается важным источником поступления свежих овощей к российским потребителям. На волне импортозамещения в агропромышленной сфере сорта и гибриды овощных культур стоит рассматривать как одно из средств сельскохозяйственного производства. При этом Астраханская область обладает потенциалом для увеличения производства овощебахчевой продукции и может выступать экспортером овощей для других регионов России. В Прикаспийском аграрном федеральном научном центре РАН на протяжении ряда лет ведется как сортоизучение сортов столовой свеклы, так и усовершенствование приемов ее возделывания. Объектом изучения являлись сорта свеклы столовой Матрона, Мадам Ружетт, Багровый шар. По результатам исследований 2018–2020 гг. было установлено, что изученные современные сорта именно отечественной селекции характеризуются высокой потенциальной продуктивностью, пластичностью и технологичностью. В ходе работы были выделены сорта, обладающие достаточно высоким потенциалом урожайности на фоне использования различных вариантов ростостимулирования. Дана оценка экономической эффективности возделывания различных сортов свеклы столовой с применением ростостимулирующих препаратов Агат25-К, Изабион, Агрикола. При проведении анализа в течение ряда лет было установлено, что максимальный расход воды пришелся на контрольные варианты. Особенно это проявилось у сорта Мадам Ружетт, где был получен самый низкий показатель урожайности 22,4–25,7 т/га. В результате расчета экономической эффективности сорт свеклы столовой Ажур на варианте с обработкой препарат Агат-25К показал самую высокую рентабельность. По всем вариантам изучения на этом сорте был получен максимальный чистый доход от 1271,5 до 1486,2 тыс. р./га. Рентабельность производства также оказалась максимальной от 404,9 до 471,4% с урожайностью 105,7–120,1 т/га.

Ключевые слова: свекла столовая, ростостимулирующие препараты, урожайность, экономическая эффективность.

Введение

По результатам проведенных исследований, рядом ученых-аграриев, применение ростостимулирующих препаратов позволяет получать на орошаемых почвах достаточно высокие и устойчивые урожаи овощной продукции, в том числе свеклы столовой [1, 2, 4–9].

Однако средняя урожайность свеклы столовой в условиях Астраханской области остается достаточно низкой. Одной из причин этого являются недостаточно изученные агроприемы возделывания свеклы столовой. В связи с этим, авторами на изучение были вынесены вопросы, связанные с влиянием различных ростостимулирующих препаратов на рост, развитие и продуктивность сортов свеклы столовой отечественной селекции. Направление исследований авторами обосновано, своевременно и актуально.

Целью проводимых исследований являлось изучение влияния ростостимулирующих препаратов, направленных на повышение урожайности свеклы столовой в зоне светло-каштановых почв Астраханской области.

Материал и методы исследования

Двухфакторный полевой опыт по культуре свекла столовая был заложен методом расщепленных делянок. Повторность опыта – трехкратная. Размещение делянок — систематическое [3].

Фактором А являлись сорта свеклы столовой (Матрона, Мадам Ружетт, Багровый шар, Ажур), фактором В — варианты внекорневых обработок стимуляторами роста (Агат -25К, Изабион, Агрикола).

Первая подкормка комплексным удобрением Агрикола проводилась после прореживания свеклы, вторая — через 14 суток в период формирования корнеплода. Расход препарата согласно нормам расхода от товаропроизводителя — 25 г/10 л воды. Первая подкормка Изабионом была проведена в период образования 3–4 настоящих листьев, в последующем было проведено еще 3 подкормки с интервалом 20 дней. Норма расхода препарата 3–4 л/га. Расход раствора — 200–400 л/га. Предпосевная обработка семян свеклы столовой препаратом Агат-25К была осуществлена в день посева с нормой расхода, рекомендованной товаропроизводителем — 140 г/га.

Общая площадь под изучением свеклы столовой — 240 м^2. Площадь делянки под сорт — 60 м^2; площадь делянки под вариантами была равна 20 м^2. Норма высева — 600–700 тыс. шт./га. Способ посева — овощная сеялка точного высева EarthWay 1001-B; способ полива — система капельного орошения. Вид подкормок — некорневые, опрыскивание по листу.

В период всей вегетации столовой свеклы были внесены минеральные удобрения из расчета $N_{120}P_{60}K_{60}$.

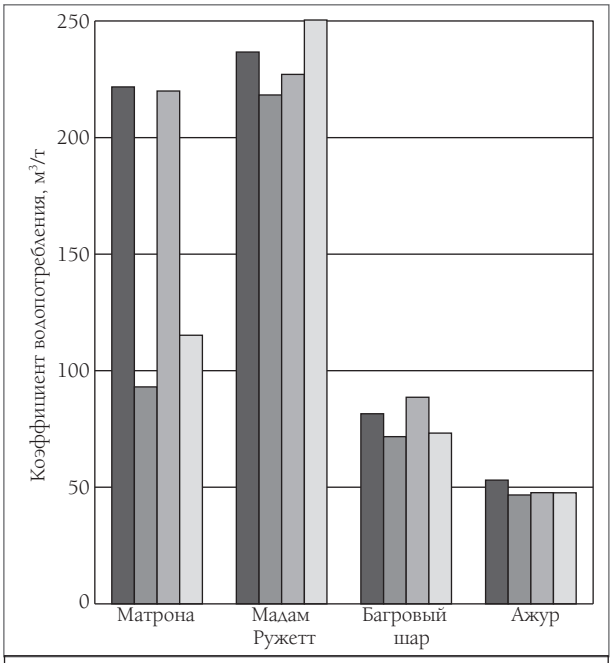
Комплекс фунгицидов для всех культур: Экстрасолл 2 л/га (грибковые заболевания), Ордан, СП (комплекс болезней) — 2,5–3,0 кг/га, Метаксил, СП (комплекс болезней) — 2,5 кг/га, Раек, КЭ (комплекс болезней) — 0,3-0,4 л/га, Расход рабочей жидкости для всех препаратов составлял 250–300 л/га.

Результаты исследования и их обсуждение

Учет полученного урожая свеклы столовой проводили по мере наступления фазы технической спелости поделяночно, весовым методом. Взвешенный урожай пересчитывали на урожайность с 1 га *(табл. 1)*. Анализ полученных данных показал, что в течение трех лет изучения высокие показатели урожайности, превышающие порог более 60 т/га были получены у сортов Матрона, Багровый шар и Ажур *(табл. 1)*.

В ходе проведенных научных исследований было установлено, что в результате биометрических измерений максимальна высота растений была получена на варианте с применением препарата Агрикола у сортов Матрона — 65,6 см, Багровый шар — 70,6 см и Ажур — 88,4 см. При этом максимальные значения диаметра корнеплода были получены у сорта свеклы столовой Ажур на вариантах с использованием препаратов для листовой обработки Изабион и Агрикола 10,0–10,6 см. При анализе учета полученного урожая на протяжении всех лет изучения более эффективное действие ростостимулирующих препаратов было выявлено на варианте с применением биологического препарата Агат-25К. На вариантах обработки этим препаратом на всех сортах отмечена наибольшая урожайность.

Низкие результаты по урожайности в пределах 22,4–25,7 т/га были отмечены у сорта столовой свеклы Мадам Ружетт. Высокие показатели урожайности 105,7–120,1 т/га, за период проведенных исследований



Коэффициент водопотребления сортов столовой свеклы в зависимости от листовых обработок, среднее за 2018–2020 гг.

Табл. 1. Результаты учетов, среднее 2018–2020 гг.

Сорт, гибрид	Вариант	Высота растений, см	Диаметр корнеплода, см	Общее с 1 м²		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га
				шт./м²	вес, кг		
Матрона	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	60,1	7,0	17	2,53	25,3	–
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	60,0	7,7	18	6,03	60,3	35,0
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	65,1	8,3	15	2,55	25,5	0,2
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	65,6	7,5	19	4,87	48,7	23,4
Мадам Ружетт	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	66,7	6,7	16	2,37	23,7	–
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	67,8	6,4	20	2,57	25,7	2,0
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	55,1	6,2	18	2,47	24,7	1,0
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	60,0	5,9	22	2,24	22,4	–
Багровый шар	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	70,1	6,9	34	6,88	68,8	–
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	54,2	6,9	39	7,82	78,2	9,4
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	68,4	7,9	39	6,33	63,3	–
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	70,6	7,3	36	7,66	76,6	7,8
Ажур	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	81,7	8,7	56	10,57	105,7	–
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	62,3	7,8	52	12,01	120,1	14,4
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	72,3	10,6	56	11,76	117,6	11,9
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	88,4	10,0	61	11,78	117,8	12,1
НСР(05) А		21,9					
НСР(05) В		21,9					
НСР(05) АВ		19,4					

Табл. 2. Экономическая эффективность возделывания столовой свеклы за 2018–2020 гг.

Сорт, гибрид	Вариант	Урожайность, т/га	Общие затраты, р./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность производства,%
Матрона	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	25,3	314,0	65,5	20,9
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	60,3	315,3	589,2	186,9
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	25,5	314,5	68,0	21,6
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	48,7	314,3	416,2	132,4
Мадам Ружетт	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	23,7	314,0	41,5	13,2
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	25,7	315,3	70,2	22,3
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	24,7	314,5	56,0	17,8
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	22,4	314,3	21,7	6,9
Багровый шар	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	68,8	314,0	718,0	228,7
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	78,2	315,3	857,7	272,0
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	63,3	314,5	635,0	201,9
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	76,6	314,3	834,7	265,6
Ажур	Контроль (фон $N_{120}P_{60}K_{60}$)	105,7	314,0	1271,5	404,9
	Агат 25К+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	120,1	315,3	1486,2	471,4
	Изабион+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	117,6	314,5	1449,5	460,9
	Агрикола+ $N_{120}P_{60}K_{60}$	117,8	314,3	1452,7	462,2

были получены у сорта Ажур по всем вариантам опыта (*см. табл. 1)*.

В среднем, за вегетацию сортов столовой свеклы было проведено 27 поливов, поливной нормой 180 м³/га. Суммарное водопотребление составило 5609 м³/га или 560,9 мм. На поливную воду пришлось 4860 м³/га или 86,6 % от суммарного водопотребления.

При расчете коэффициента водопотребления было установлено, что максимальный расход воды на формирование товарной продукции пришелся на контрольные варианты практически по всем сортам, находящимся в изучении от 53,0 до 236,7 м³/т. Меньше всего расходовалась вода у сорта свеклы столовой Ажур от 46,7 до 47,6 м³/т (*рисунок)*.

Экономическая эффективность возделывания одного гектара свеклы столовой сложилась из следующих базовых показателей: уровня урожайности, полученной в изучении по вариантам (т/га), суммы общих затрат (себестоимости, тыс. руб./га). Структура общих затрат включала в себя следующие позиции: стоимость технологических операций возделывания вариантов по технологической карте; стоимость капельного оборудования: лент, фитингов, лайфлетов; стоимость горючего, масел для подачи воды в систему капельного орошения; стоимость пестицидов; стоимость поливной воды и прочие расходы.

В результате расчета экономической эффективности сорт свеклы столовой Ажур на варианте с обработкой препарат Агат-25К показал самую высокую рентабельность. По всем вариантам изучения на этом сорте был получен максимальный чистый доход от 1271,5 до 1486,2 тыс. руб./га. Рентабельность производства также оказалась максимальной от 404,9 до 471,4%. *(табл. 2)*.

Выводы

Можно утверждать, что изученные сорта свеклы столовой обладают высокой продуктивностью, и, следовательно, могут быть одним из факторов увеличения урожайности сельскохозяйственной продукции в Астраханской области.

Было установлено, что обработка препаратом Агрикола повлияла на высоту растений на всех сортах, за исключением сорта Мадам Ружетт. У сорта Матрона она составила 65,6 см, на сорте Багровый шар — 70,6 см и на сорте Ажур — 88,4 см.

Препарат Изабион способствовал увеличению диаметра корнеплода свеклы столовой: Матрона — 8,3 см, Багровый шар — 7,9 см и Ажур — 10,6 см.

Применение препарата Агат-25К способствовало увеличению урожайности на сортах Матрона, Багровый шар и Ажур, на этом варианте обработки были зафиксированы наибольшие урожайные данные: 60,3; 78,2 и 120,1 т/га, соответственно.

Сорта свеклы столовой Матрона, Багровый шар и Ажур можно рекомендовать для возделывания в почвенно-климатических условиях Астраханской области. Применение ростостимулятора Агат-25К может способствовать увеличению урожайности свеклы столовой, что подтверждено данными проведенных исследований.

Литература

1. Гоман, Н.В. Эффективность применения биогумуса под столовую свеклу в условиях лесостепи Западной Сибири / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, Л.М. Лихоманова, В.П. Кормин, Е.Г. Пыхтарева // Вестник Омского ГАУ. – № 3 (27) 2017. – С. 13-19.
2. Грязева, В.И. Влияние препарата Энергия-М на сортовые признаки маточных корнеплодов столовой свеклы / В.И. Грязева // Нива Поволжья. – № 4 (45) ноябрь 2017. – С. 37-42.

3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва: Альянс, 2011. – 350 с.
4. Жаркова, С.В. Эффективность возделывания сортов свёклы столовой отечественной селекции /С.В. Жаркова //Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 4-1. – С. 165-167.
5. Кузнецова, Н.В. Урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы сорта «Болтарди» на орошаемых землях Нижнего Поволжья / Н.В. Кузнецова, Н.Е. Степанова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 4(12). – С. 52-57.
6. Михайлова Е.Е. Орошение и удобрение столовой свеклы при капельном орошении в Волгоградской области /Е.Е. Михайлова // Научная жизнь. – 2018. – № 7. – С. 32-38.
7. Ходяков, Е.А. Улучшение водного режима и удобренности почвы для повышения урожайности перца и столовой свеклы в аридной зоне России / Е.А. Ходяков, В.В. Осинкин, А.В. Русаков //Научный альманах. – 2016. – №1-3 (15). – С. 55-58.
8. Factor, Thiago & Purquerio, Luis Felipe & Silveira, Jane & Lima, S. & Calori, Alex. (2019). Yield and quality of table beet in function of plant establishment method and production system. Acta Horticulturae. – P. 37-42.
9. Ovchinnikov A.S., Hodyakov E.A., Milovanov S.G.. Local irrigation methods for vegetable production in south of russia// RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2018. – Vol. 13. – No. 3 – P. 232-240.

References

1. Goman, N.V. E`ffektivnost` primeneniya biogumusa pod stolovuyu sveklu v usloviyax lesostepi Zapadnoj Sibiri / N.V. Goman, I.A. Bobrenko, L.M. Lixomanova, V.P. Kormin, E.G. Py`xtareva //Vestnik Omskogo GAU. – № 3 (27) 2017. – S. 13-19.
2. Gryazeva, V.I. Vliyanie preparata E`nergiya-M na sortovy`e priznaki matochny`x korneplodov stolovoj svekly` / V.I. Gryazeva // Niva Povolzh`ya. – № 4 (45) noyabr` 2017. – S. 37-42.
3. Dospexov, B. A. Metodika polevogo opy`ta : (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovanij): uchebnik dlya studentov vy`sshix sel`skoxozyajstvenny`x uchebny`x zavedenij po agronomicheskim special`nostyam / B. A. Dospexov. - Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. – Moskva: Al`yans, 2011. – 350 s.
4. Zharkova, S.V. E`ffektivnost` vozdely`vaniya sortov svyokly` stolovoj otechestvennoj selekcii /S.V. Zharkova //Mezhdunarodny`j zhurnal gumanitarny`x i estestvenny`x nauk. – 2019. – № 4-1. –S. 165-167.
5. Kuzneczova, N.V. Urozhajnost` i kachestvo korneplodov stolovoj svekly` sorta «Boltardi» na oroshaemy`x zemlyax Nizhnego Povolzh`ya / N.V. Kuzneczova, N.E. Stepanova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie. – 2009. – № 4(12). – S. 52-57.
6. Mixajlova E.E. Oroshenie i udobrenie stolovoj svekly` pri kapel`nom oroshenii v Volgogradskoj oblasti /E.E. Mixajlova // Nauchnaya zhizn`. – 2018. – № 7. – S. 32-38.
7. Xodyakov, E.A. Uluchshenie vodnogo rezhima i udobrennosti pochvy` dlya povy`sheniya urozhajnosti percza i stolovoj svekly` v aridnoj zone Rossii / E.A. Xodyakov, V.V. Osinkin, A.V. Rusakov //Nauchny`j al`manax. – 2016. – №1-3 (15). – S. 55-58.
8. Factor, Thiago & Purquerio, Luis Felipe & Silveira, Jane & Lima, S. & Calori, Alex. (2019). Yield and quality of table beet in function of plant establishment method and production system. Acta Horticulturae. – P. 37-42.
9. Ovchinnikov A.S., Hodyakov E.A., Milovanov S.G.. Local irrigation methods for vegetable production in south of russia// RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2018. – Vol. 13. – No. 3. – P. 232-240.

N. V. Tyutyuma, A. N. Bondarenko, A. V. Tyutyuma
Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of Russian Academy of Sciences
pniiaz@mail.ru

IMPROVED METHODS OF CULTIVATING RUSSIAN BEETROOT CULTIVARS IN NORTH–WEST PRECASPIAN REGION

Currently, imports remain an important source of fresh vegetables to Russian consumers. In conditions of import substitution in the agro–industrial complex, cultivars and hybrids of vegetable crops should be considered as one of the means of agricultural production. At the same time, the Astrakhan region has the potential to increase production of melon vegetables and can export vegetables to other Russian regions. For several years, the Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of Russian Academy of Sciences has been studying beetroot cultivars and improving methods of cultivation. The object of the study was Russian beetroot cultivars: Matrona, Madam Ruzhett, Bagrovy shar. According to the results of the research held in 2018–2020, the studied cultivars showed high potential productivity, plasticity and technicality. Cost effectiveness of cultivating beetroot cultivars using plant growth stimulants (Agat25–K, Izabion, Agricola) was estimated. During the research years, the highest water consumption was recorded in control variants. This was especially evident in Madam Ruzhett cultivar which had the lowest yield (22.4–25.7 t/ha). After calculating economic efficiency, beetroot cv. Azhur treated with Agat–25K showed the highest profitability. In all studied variants, this cultivar resulted in maximum net income (1271.5 to 1486.2 thousand rubles/ha) and maximum profitability of production (404.9 to 471.4%) with a yield of 105.7–120.1 t/ha.

Key words: beetroot, plant growth stimulants, yield, economic efficiency.

Оценка адаптационных возможностей яровой пшеницы в засушливых условиях Астраханской области

УДК 633.11: 631.527.1
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-26-30

Н. В. Тютюма (д.с.–х.н.)**, Н.А. Наумова**
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН,
Naumovana84@mail.ru

Астраханская область — самая засушливая территория в Европе, и засуха здесь является основным лимитирующим фактором при возделывании яровой пшеницы. Засуха оказывает отрицательное влияние во все фазы развития данной культуры, однако в критические периоды (кущение, дифференциация колоса, цветение, налив зерна) это влияние особенно губительно. Поэтому изучение генофонда зерновых культур и выделение растений с широким диапазоном реакций на изменяющиеся условия, способных реализовать свой потенциал является актуальным. Цель исследований заключалась в изучении и выделении высокопродуктивного, адаптированного к засушливым условиям Астраханской области коллекционного материала яровой пшеницы для создания новых сортов отечественной селекции. Исследования по оценке коллекционного материала яровой пшеницы проводились в 2019–2021 гг., на богарных землях Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН. Организация опытов, проведение наблюдений и лабораторных анализов осуществлялись по методике полевых опытов Б. А. Доспехова и методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. В ходе проведенных исследований – было изучено 39 образцов яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения. По результатам проведенных исследований были выделены сортообразцы с высоким показателем коэффициента адаптивности: Гречанка (Саратовская область) – 1,64; Оренбургская юбилейная (Оренбургская область) – 1,34; Дарья (Беларусь) – 1,20; Chi 85-4268 (Китай) – 1,17; Оренбургская 30 (Оренбургская область) – 1,16; Nil thatcher lr 45(Канада) – 1,32; Kelse (США) – 1,22; Злата (Московская область) – 1,17. Данные образцы могут быть востребованы в современном производстве, так как - характеризуются высоким уровнем сбалансированности адаптивных свойств и стабильно высоким формированием урожая в условиях засушливого климата Астраханской области.

Key words: яровая пшеница, Астраханская область, адаптивность, сортообразцы, продуктивность.

Введение

Сельскохозяйственное производство в засушливых регионах нашей страны нуждается в сортах и гибридах зерновых культур, обладающих высокой пластичностью и обеспечивающих стабильное получение зерна [1].

Прогресс в этой сфере связан с широким использованием методов селекции на адаптивность и организацией современного семеноводства. В растениеводстве, ориентированном на рост потенциальной продуктивности сортов, величины и качества урожая — ведущая роль принадлежит селекции [4]. И это вполне оправдано, поскольку более чем 222 млн. га сельскохозяйственных угодий в стране, лишь 25% характеризуются хорошими условиями для возделываемых культур. На остальных землях высокие урожаи ограничены различными лимитирующими факторами. В отечественной и иностранной литературе встречаются разные определения нормы реакции сорта на спектр изменений условий внешней среды, но все они сводятся к адаптивности [5,14]. По мнению Н. А. Лыковой (2008), адаптивность — это сохранение жизнеспособности и способности формировать семена в условиях, отличных от оптимальных (вплоть до экстремальных). По мнению А. А. Жученко (1988), рост урожайности неразрывно связан со способностью культур противостоять действию факторов, снижающих продуктивность.

Причем, чем менее благоприятны почвенно-климатические и метеорологические условия, чем выше потенциальная продуктивность сортов, тем меньше их различия по абсолютной величине лимитирующего фактора (влажность, температура и др.) оказывают влияние на величину и качество урожая [2].

Климат Прикаспийской низменности характеризуется, как континентальный, сухой. Характерной особенностью климата является, недостаточное количество атмосферных осадков (250-300 мм в год) и повышенные летние температуры воздуха (среднесуточная для июля 24–36°С), что обусловливает высокую испаряемость (900–1100 мм), в 3-4 раза превышающую сумму осадков [3].

В связи с этим приобретает значимость сельскохозяйственных культур максимально устойчивых к неблагоприятным почвенно-климатическим и погодным условиям. Значимость обусловлена тем, что высокая потенциальная урожайность растений может быть реализована лишь в том случае, если она «защищена» устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов, а неблагоприятные почвенно-климатические и погодные условия будут увеличивать роль экологической устойчивости растений в реализации их потенциальной урожайности [10].

Это предполагает поиск форм, обладающих оптимальной степенью выраженности признаков и свойств, благоприятным их сочетанием в одном генотипе, а также отбор сортообразцов с ценными хозяйственными при-

знаками для использования в селекционной работе. Поэтому изучение генофонда зерновых культур и выделение растений с широким диапазоном реакций на изменяющиеся условия, способных реализовать свой потенциал является актуальным для Северного Прикаспия [9, 17].

Цель исследований заключалась в изучении и выделении высокопродуктивного адаптированного к засушливым условиям Астраханской области, коллекционного материала яровой пшеницы для использования его при создании новых сортов отечественной селекции.

Материал и методы исследования

Объектами исследований являлись 39 образцов яровой пшеницы из мировой коллекции ВИР. Стандартом служил - районированный в Нижнем Поволжье сорт – Саратовская 70. Исследования проводились на опытных полях Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН в богарных условиях в 2 км юго-западнее села Соленое Займище. Почвенный покров участка включает типичные для зоны светло-каштановые солонцеватые почвы.

Организация полевых опытов, проведение наблюдений и лабораторных анализов проводились по следующим методикам:

– полевые опыты закладывались в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [7];

– определение биологической урожайности и ее структуры проводили по методике Госсортсети — путем отбора снопов («Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй, зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры») [16].

Схема закладки полевого опыта. Посев яровой пшеницы проводили в первой декаде апреля 2019–2021 гг. исследований. Учетная площадь делянки каждого сортообразца — 1 м^2, разделительные полосы между делянками 0,3 м. Общая площадь коллекционного питомника составляла 42 м^2. Предшественником для пшеницы яровой — являлся ранний пар. Делянки в опытах располагались систематически — однорядно последовательно. Посев проводился вручную с нормой высева — 400 шт./м^2, глубина заделки семян 4-5 см.

Результаты исследования и их обсуждение

Погодные условия в годы проведения исследований были различными по температурному режиму, осадкам и относительной влажности воздуха, что оказало немаловажное влияние на развитие растений яровой пшеницы [11].

На момент сева температура почвы на глубине 5 и 10 см составляла от 8,6 до 7,9°С, а среднесуточная температура воздуха колебалась от 8,7 до 11,4°С *(табл. 1)*.

В июне 2019 г. наблюдалась самая высокая температура воздуха. В отдельные дни месяца, она повышалась до 40°С, а влажность воздуха на этот период составляла 37%. Осадки выпадали кратковременные с ливневым характером, в слое 0,1–0,2 м, влажность почвы составляла: в апреле — 18,8 мм; мае — 8,5 мм; июне — 4,9 мм. ГТК составлял 0,5, что характеризует год, как средне засушливый [8].

На межфазном периоде «посев-всходы» отразились метеорологические условия весенне-летнего периода 2020 г. В данном периоде – наблюдали сильные ветра (март 7–16 м/с, апрель 11–21 м/с) и полное отсутствие осадков, вследствие чего, зимне-весенние запасы влаги в почве были иссушены. В июне относительная влажность воздуха составляла в среднем 37%, а в конце месяца снижалась до 8–9%. В июльскую засуху на посевах пшеницы выпало всего 1,2 мм, при сумме активных температур 769,9°С и испаряемости 216,6 мм, в следствии чего, формирование колоса и налив зерна у сортообразцов данной культуры был не полноценным. ГТК 2020 г. (0,4) характеризует год, как сухой.

Метеорологические условия весенне-летнего периода 2021 г., способствовали активному росту и развитию пшеницы. Обусловлено это было тем, что в период кущения и интенсивного роста данной культуры при довольно высоком температурном режиме выпало достаточное количество осадков. За весенние месяцы выпало 68,5 мм (апрель — 42,9 мм, май — 25,6 мм). Период колошения (в июне) проходил при и среднесуточной температуре воздуха 22,5°С, а налив зерна при 24,2°С. ГТК 2021 г. (0,7) характеризует год, как недостаточно влажный.

Основными элементами продуктивности яровой пшеницы, являются: густота продуктивного стеблестоя, определяемая выживаемостью продуктивных растений к уборке и продуктивной кустистостью, озерненность колоса и масса 1000 зерен. Соотношение этих показателей зависит от агротехнических, экологических и селекционных факторов. Если густоту продуктивного стеблестоя можно регулировать агротехническими приемами, то озерненность колоса и, в особенности, масса 1000 зерен — это признаки генетически об-

Табл. 1. Метеоданные вегетационного периода роста и развития яровой пшеницы 2019–2021 гг.

Показатель	Годы исследования			Среднее за 2019-2021 гг.
	2019	2020	2021	
Среднесуточная температура воздуха, °С	17,0	16,8	18,6	17,5
Сумма атмосферных осадков, мм	122,8	52,2	105,2	280,2
Относительная влажность воздуха, %	57	50	56	54
Сумма активных темп. воздуха >10°С	2407,0	1408,2	1600,0	5415,2

условленные, и их изменения должны осуществляться целенаправленным отбором [13, 16].

В нашем опыте проводилась оценка коллекционных образцов по засухоустойчивости на основе анализа показателей – элементов структуры урожая. Чем выше показатель структуры, тем лучше данный образец приспособлен к засухе *(табл. 2)*.

Сортообразцы яровой пшеницы, которые в большей степени испытывали угнетающее действие от недостатка увлажнения - закончили вегетацию (высохли) в момент выхода колоса из влагалища флангового листа (фаза «выход в трубку), поэтому их можно охарактеризовать как незасухоустойчивые [6, 12]. Это образцы пшеницы (первого года испытаний – 2019 г): Экада 253, Экада 258 (Ульяновская область); Гонец; Байкальская (Бурятия); Юнион (Алтайский край).

Высота растений яровой пшеницы варьировала по образцам от 0,27 м до 0,84 м. По высоте растений выделились сортообразцы Ирвита (Пензинская обл.), 100 лет ТАССР (Татарстан), Chang Chun 3 (Китай), Улюблена (Украина), Саратовская 70, Kelse. Как низкорослые были отмечены образцы: Picolo (Германия), Sever (Португалия), Донская Элегия (Ростовская обл.), Nil thatcher lr 45.

В наших исследованиях количество продуктивных стеблей у образцов варьировало от 187 до 489 шт./м^2. Количество продуктивных стеблей у стандартного сорта Саратовская 70 составляло 362 шт./м^2 (Саратовская область). Самые высокие показатели у образцов: Nil thatcher lr 35 – 489 шт./м^2 (Канада); Chi mail – 475 шт./м^2 (Китай); Katoda – 457 шт./м^2 (Польша); Gunner – 446 шт./м^2 (Канада). Самые низкие показатели наблюдались у образцов 66246 – 187 шт./м^2 (Австралия), Сімкода миронівська – 189 шт./м^2 (Украина), Kelse (США) – 536 шт./м^2; Любава (Московская область) – 500 шт./м^2; Лада (Московская область) – 480 шт./м^2.

Длина колоса и число продуктивных колосков в колосе считаются устойчивыми сортовыми признаками. Характеристика колоса играет важное значение в определении продуктивности [13]. В нашем опыте, длина колоса варьировала от 4 см (Babui (Испания)) до 12 см (Ирвита (Пензинская обл.)), (100лет ТАССР (Татарстан)). Длина колоса у стандарта — Саратовская 70 составляла 6 см.

Количество зерен в колосе изменялось от 7 до 24 шт. Наибольшей озерненностью колоса выделялись образцы: Чистопольская (Татарстан); Chuan 82-10629 (Китай) – 24 шт., у стандарта Саратовская 70 – (14 шт.), Kelse (США) — 28 шт.; Злата (Московская область) — 24 шт.; Любава (Московская область) — 19 шт. Малое количество у Nil thatcher lr 45 (Канада) — 10шт., у стандартного сорта Саратовская 70 и у сорта Лада данный показатель составлял 12 шт.

Большое значение на формирование массы зерна с колоса — в период налива и созревание зерна оказывали климатические условия года. Масса зерна складывалась из озерненности колоса и крупности зерна [15]. Наибольшую массу зерна с колоса показывали образцы: Гречанка (Саратовская обл.) — 0,56 г.; Оренбургская юбилейная (Оренбургская обл.) — 0,48г.; Dian 862-753 (Китай) — 0,45 г. У остальных образцов данный показатель варьировал от 0,16 г (Тулайковская 116 (Самарская обл.)) до 0,42 г (Дарья (Беларусь)), Nil thatcher lr 45 — 0,45 г; Злата — 0,38 г; Kelse — 0,32 г. Наименьшим этот показатель был у образца Любава — 0,22 г.

Табл. 2. Элементы продуктивности яровой пшеницы, среднее 2019–2021 гг.

Название	Высота, м	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	Колос			Масса 1000 зерен, г
			Длина, см	Количество зерен, шт.	Масса зерна, г	
Саратовская 70–ст	0,52	362	6	14	0,30	27,15
Тулайковская 116	0,42	498	4	7	0,16	19,98
Chi mai 1	0,39	475	6	10	0,24	20,06
Донская элегия	0,30	347	6	10	0,38	34,10
Дарья	0,50	381	7	19	0,42	22,10
Picolo	0,27	245	6	12	0,30	25,00
Дордой 16	0,37	439	8	10	0,24	24,00
Sever	0,32	416	6	11	0,21	19,10
Meta–2002	0,36	363	5	9	0,35	27,08
Оренбургская юбилейная	0,60	367	8	12	0,48	36,40
Гречанка	0,58	400	7	14	0,56	40,01
Jubilee	0,44	312	6	10	0,38	38,09
Nil thatcher lr35	0,49	489	5	11	0,19	19,30
Gunner	0,49	446	5	9	0,22	24,44
Ui winchester	0,50	214	6	10	0,37	36,07
Babui	0,51	253	4	8	0,35	43,75
66246	0,35	187	7	10	0,25	24,06
Dian 862–753	0,34	298	5	18	0,45	25,00
Chang Chun 3	0,70	359	7	15	0,37	24,66
Chuan 82–10629	0,49	334	8	24	0,32	15,05
Chi 85–4268	0,65	328	7	22	0,43	20,08
Гонец	0,52	412	–	–	–	–
Юнион	0,46	198	–	–	–	–
Ирвита	0,84	284	12	15	0,30	20,00
Байкальская	0,52	271	–	–	–	–
Оренбургская 30	0,70	389	9	13	0,34	26,15
Экада 253	0,70	221	–	–	–	–
Экада 258	0,60	245	–	–	–	–
Katoda	0,60	457	6	21	0,31	15,13
Улюблена	0,66	270	7	12	0,33	27,01
Сімкода миронівська	0,53	189	10	22	0,20	11,14
100лет ТАССР	0,76	296	12	21	0,37	17,62
Чистопольская	0,67	300	10	24	0,23	10,98
Саратовская 70–ст	0,80	448	6	12	0,23	19,16
Nil thatcher lr45	0,59	407	6	10	0,45	43,87
Kelse	0,83	536	8	28	0,32	12,44
Злата	0,85	442	9	24	0,38	15,82
Лада	0,67	480	7	12	0,26	21,66
Любава	0,65	500	8	19	0,22	11,48

Табл. 3. Коэффициент адаптивности сортообразцов яровой пшеницы, 2019-2021 гг.

Название	Урожайность т/га	Доля урожайности относительно среднесортовой, %	Коэффициент адаптивности
Саратовская 70-ст	1,03	77,44	0,77
Chi mai 1	1,28	96,24	0,96
Донская элегия	1,28	96,24	0,96
Дарья	1,60	120,30	1,20
Дордой 16	1,45	109,02	1,09
Meta-2002	1,34	100,75	1,01
Оренбургская юбилейная	1,78	133,83	1,34
Гречанка	2,16	163,90	1,64
Jubilee	1,19	89,47	0,89
Dian 862-753	1,35	101,50	1,01
Chang Chun 3	1,44	108,27	1,08
Chuan 82-10629	1,11	83,45	0,83
Chi 85-4268	1,56	117,29	1,17
Оренбургская 30	1,54	115,78	1,16
Katoda	1,41	106,01	1,06
Улюблена	1,03	77,44	0,77
100лет ТАССР	1,09	81,95	0,82
Nil thatcher lr45	1,90	131,94	1,32
Kelse	1,75	121,52	1,22
Злата	1,68	116,66	1,17
Лада	1,20	83,33	0,83
Любава	1,12	77,77	0,78
Nil thatcher lr45	1,90	131,94	1,32
Kelse	1,75	121,52	1,22
Среднесортовая урожайность, т/га	1,33	100	1,00

Масса 1000 зерен является важнейшим элементом структуры урожая, определяющим степень выполненности зерна и, в конечном счете, урожайность. Данный признак является одним из четко выраженных сортовых признаков и генетически надежным компонентов урожая. Масса 1000 зерен зависит от температуры воздуха в период «колошение - восковая спелость» [13]. У образца Гречанка (Саратовская обл.), этот показатель составил - 40,01 г, Jubilee — 38,09 г; Оренбургская (Оренбургская область) — 36,4 г; у Ui winchester (США) — 36,07 г, Nil thatcher lr 45 (Канада) — 43,87 г; Лада (Московская область) — 21,66 г. Наименьшим этот показатель был у образцов Любава (Московская область), Kelse (США) — 11,48 и 12,44 г, соответственно. У остальных образцов этот показатель варьировал от 16,04 до 34,10 г.

Коэффициент адаптивности в опыте рассчитан посредством деления показателя общей видовой реакции отдельных сортов на их количество по методике Л. А. Животкова и др. (1994). В нашем опыте для расчета коэффициента адаптивности были взяты образцы с урожайностью, превышающей стандартные сорта, где 63% от изучаемых сортообразцов, показали высокую адаптивность, так как их коэффициент превышал единицу, или был близок к ней [8].

Высокими показателями коэффициента адаптивности обладали образцы яровой пшеницы Гречанка (Саратовская область) — 1,64; Оренбургская юбилейная (Оренбургская область) — 1,34; Дарья (Беларусь) — 1,20; Chi 85-4268 (Китай) — 1,17; Оренбургская 30 (Оренбургская область) — 1,16; Nil thatcher lr 45(Канада) — 1,32; Kelse (США) — 1,22; Злата (Московская область) – 1,17. Образцы с коэффициентом адаптивности 0,7–0,8 отнесли к среднеадаптивным *(табл. 3)*.

Таким образом, можно сделать вывод, что сорта Гречанка, Оренбургская юбилейная, Дарья, Chi 85-4268, Оренбургская 30, Nil thatcher lr 45, Kelse, Злата — выделяясь высоким уровнем сбалансированности адаптивных свойств и формирования урожая в условиях засушливого климата Астраханской области, будут востребованы в современном производстве.

Литература

1. Алабушев, А.В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур/А.В.Алабушев // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», 2013. -№2 (6)- С.47.
2. Влияние экологических и агротехнических факторов на урожайность и качество семян, 2017. – https://studref.com >…vliyanie_ekologicheskih_agrotehnicheskih_faktorov_urozhaynost_kachestvo_semyan (дата обращения: 04.03.2022).
3. Выращивание зерновых культур в Астраханской области, 2019. – URL: msh.astrobl.ru›…vyrashchivanie-zernovyh…v…oblasti (дата обращения: 17.02.2022).
4. Галингер, Д.Н. Методы селекции пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине и ее актуальность/Д.Н. Галингер, Н.Б. Самброс //Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса, Москва, 2016. – №1. – С.33-37
5. Генкель, П.А. Физиологические основы адаптации растений к засухе/П.А. Генкель// Физиология и биохимия растений. – 1976.Т.8, вып.2.– С132-137.
6. Денисов, П.В. Озерненность колоса (метелки) как важнейший элемент структуры урожая /П.В .Денисов// Тр.по прикл. ботанике, генетике и селекции.-ВНИИ растениеводства,1974.-Т.51, вып.2. -С.171-188
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов// - М.: Книга по требованию, 2012.-352с.
8. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» [Текст] / Л.А. Животков, З.А. Замотаева, Л.М. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. - №2. – С. 3-6.
9. Зволинский, В.П. Земельные и агроклиматические ресурсы аридных территорий России / В.П. Зволинский, И.С. Зонн, И.А. Трофимов, З.Ш. Шамсутдинов. – М.: Изд-во ПАИМС, 1998. -С. 56.
10. Ионова, Е.В. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) / Е.В. Ионова, В.Л. Газе, Е.И. Некрасов // Зерновое хозяйство России, 2013.- №3(27).- С. 19-21.

11. Кельчевская, Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии [Текст] /Л.С.Кельчевская. – Л.: Гидрометиоиздат, 1971. – 215 с.
12. Кривобочек, В.Г. Оценка жароустойчивости яровой пшеницы / В. Г. Кривобочек, А. П. Стаценко, Е. А. Тразанова, И. А. Курышев// Аграрный научный журнал, Саратов, 2017. – №2. – С.10-13
13. Леонтьев, С.И. Структура урожая яровой пшеницы в зоне южной лесостепи/С.И. Леонтьев//Науч.т. Омскогос.-х. ин-та. – Т.92,1971. – С.87-107
14. Лосев, А.П. Агрометеорология / А.П. Лосев, Л.Л. Журина. – СПб.: ООО «Квадро», 2012. – 368 с.
15. Медведев, С.С. Физиология растений: Учебник.- СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2004. – 336с.
16. Методика Государственного сортоиспытания с.-х. культур. – М.: Колос, 1985. – 239 с.
17. Методы определения устойчивости растений курс лекций / сост. Ю.П. Федулов//- Краснодар. КубГАУ, 2015. – 39 с.

References

1. Alabushev, A.V. Adaptivny`j potencial sortov zernovy`x kul`tur/A.V.Alabushev // Nauchno-proizvodstvenny`j zhurnal «Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`», 2013. -№2 (6)- S.47.
2. Vliyanie e`kologicheskix i agrotexnicheskix faktorov na urozhajnost` i kachestvo semyan, 2017. – https://studref.com >… vliyanie_ekologicheskih_agrotehnicheskih_faktorov_urozhaynost_kachestvo_semyan (data obrashheniya: 04.03.2022).
3. Vy`rashhivanie zernovy`x kul`tur v Astraxanskoj oblasti, 2019. – URL: msh.astrobl.ru›…vyrashchivanie-zernovyh…v…oblasti (data obrashheniya: 17.02.2022).
4. Galinger, D.N. Metody` selekcii pshenicy na ustojchivost` k steblevoj rzhavchine i ee aktual`nost`/D.N. Galinger, N.B. Sambros //Teoreticheskie i prikladny`e problemy` agropromy`shlennogo kompleksa, Moskva, 2016.-№1.-S.33-37
5. Genkel`, P.A. Fiziologicheskie osnovy` adaptacii rastenij k zasuxe/P.A. Genkel`// Fiziologiya i bioximiya rastenij.-1976.T.8, vy`p.2.-S132-137.
6. Denisov, P.V. Ozernennost` kolosa (metelki) kak vazhnejshij e`lement struktury` urozhaya /P.V .Denisov// Tr.po prikl.botanike, genetike i selekcii.-VNII rastenievodstva,1974.-T.51, vy`p.2. -S.171-188
7. Dospexov, B.A. Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovanij) / B.A. Dospexov// - M.: Kniga po trebovaniyu, 2012.-352s.
8. Zhivotkov, L.A. Metodika vy`yavleniya potencial`noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionny`x form ozimoj pshenicy po pokazatelyu «Urozhajnost`» [Tekst] / L.A. Zhivotkov, Z.A. Zamotaeva, L.M. Sekatueva // Selekciya i semenovodstvo. – 1994. - №2. – S. 3-6.
9. Zvolinskij, V.P. Zemel`ny`e i agroklimaticheskie resursy` aridny`x territorij Rossii / V.P. Zvolinskij, I.S. Zonn, I.A. Trofimov, Z.Sh. Shamsutdinov. – M.: Izd-vo PAIMS, 1998. -S. 56.
10. Ionova, E.V. Perspektivy` ispol`zovaniya adaptivnogo rajonirovaniya i adaptivnoj selekcii sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur (obzor) / E.V. Ionova, V.L. Gaze, E.I. Nekrasov // Zernovoe xozyajstvo Rossii, 2013.- №3(27).- S. 19-21.
11. Kel`chevskaya, L.S. Metody` obrabotki nablyudenij v agroklimatologii [Tekst] /L.S.Kel`chevskaya. -L.: Gidrometioizdat. -1971. -215 s.
12. Krivobochek, V.G. Ocenka zharoustojchivosti yarovoj pshenicy / V. G. Krivobochek, A. P. Stacenko, E. A. Trazanova, I. A. Kury`shev// Agrarny`j nauchny`j zhurnal, Saratov, 2017. -№2.- S.10-13
13. Leont`ev, S.I. Struktura urozhaya yarovoj pshenicy v zone yuzhnoj lesostepi/S.I. Leont`ev//Nauch.t. Omskogos.-x. in-ta.-T.92,1971.-S.87-107
14. Losev, A.P. Agrometeorologiya / A.P. Losev, L.L. Zhurina. – SPb.: OOO «Kvadro», 2012. – 368 s.
15. Medvedev, S.S. Fiziologiya rastenij: Uchebnik.- SPb.: Izd-vo S.-Peterb. Un-ta, 2004.-336s.
16. Metodika Gosudarstvennogo sortoispy`taniya s.-x. kul`tur. – M.: Kolos, 1985. – 239 s.
17. Metody` opredeleniya ustojchivosti rastenij kurs lekcij / sost. Yu.P. Fedulov//- Krasnodar. KubGAU; 2015-39 s.Кельчевская, Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии [Текст] /Л.С.Кельчевская. -Л.: Гидрометиоиздат. -1971. -215 с.

N. V. Tyutyuma, N. A. Naumova

Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Naumovana84@mail.ru

EVALUATION OF SPRING WHEAT ADAPTATION TO ARID CONDITIONS OF THE ASTRAKHAN REGION

The Astrakhan region is the driest area in Europe, and drought here is the main limiting factor in cultivation of spring wheat. Drought has a negative effect in all growth stages of the crop, however, during critical periods (tillering, earing, flowering, ripening) this effect is especially detrimental. Therefore, studying the gene fund of grain crops and selection of plants with a wide range of reactions to changing conditions that can realize their potential is relevant. The purpose of the research was to study and isolate a highly productive collection material of spring wheat adapted to the arid conditions of the Astrakhan region for developing new varieties. The research was carried out on rainfed lands of Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of RAS in 2019–2021. Design of experiments, conducting observations and laboratory analyses were carried out according to B.A. Dospekhov and methodology of the State Commission for Variety Testing of Crops. In the research, 39 cultivars of spring wheat of various ecological and geographical origin were studied. According to the results, the following cultivars with a high coefficient of adaptability were identified: Grechanka (Saratov region) – 1.64; Orenburgskaya yubileinaya (Orenburg region) – 1.34; Daria (Belarus) – 1.20; Chi 85–4268 (China) – 1.17; Orenburgskaya 30 (Orenburg region) – 1.16; Nil thatcher lr 45 (Canada) –1.32; Kelse (USA) – 1.22; Zlata (Moscow region) – 1.17. These samples can be in demand in modern production, as they are characterized by a high level of balanced adaptive properties and high yield formation in the arid climate of the Astrakhan region.

Key words: spring wheat, Astrakhan region, adaptability, cultivars, productivity.

Influence of the application of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain in the non–chernozem soil of Central Russia: A Review

УДК 63.5995
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-31-37

Congera Alexandre[1,2], Barry Mamadou[2], V. V. Vvedensky[2], Nazih Yacer Rebouh[2]
[1]Institute of Agronomic Sciences of Burundi, ISABU,
[2]Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),
ac286448@gmail.com

Winter wheat is one of the most important agricultural crops with high yield potential, for a more complete implementation of which at the present stage requires the creation of flexible science-intensive cultivation technologies, which will include new low-cost elements and, undoubtedly, will increase the gross grain harvest. The reviewed article presents the results of field studies conducted in the Non-Chernozem soil of central region of Russia. The purpose of the work was to study the effect of mineral fertilizers on the productivity of winter wheat varieties, aimed at evaluating the reaction of winter wheat varieties according to cultivation technologies at a different level of intensity, to develop a cost-effective resource-saving cultivation technology and to determine the optimum conditions of winter wheat cultivation. Applying mineral fertilizers in the correct dose is fundamental to increasing the yield and quality of winter wheat in the Non-Chernozem Zone of central Russia. The nutrient-deficient soils in this region justify the use of mineral fertilizers. The authors reviewed existing studies on the use of mineral fertilizer and the quality and yield of winter wheat in the Non-Chernozem soil conditions in the central region of Russia. Various indicators were assessed, such as the winter wheat yield and the gluten, fibrin, and crude protein contents. The research outcome reveals a positive correlation between the appropriate use of mineral fertilizers and the increase in winter wheat yield and grain quality in the Non-Chernozem Zone of Central Russia.

Key words: winter wheat, mineral fertilizers, Non-chernozem soil/zone, agriculture in Russia, winter wheat yield, winter Wheat Quality.

Introduction

The global population growth continues to rise day by day, with a projected number of 9.7 billion by 2050 [1]. Such a rapid population growth exerts immense pressure on scarce natural resources, including but not limited to arable land for agriculture. In doing so, the world population is experiencing a shortage in food production and compromised food security due to reduced arable land. While there is a notion that the current global food supply is sufficient to suppress hunger [2] there must be a dramatic increase in food production in the next decades to carter for the estimated 9.7billion people in 2050 [3].

One of such initiatives involves embracing approaches and techniques geared towards increasing the quantity and quality of food products to meet the increasing demands. One such technique involves using mineral fertilizers to boost the production and quality of the wheat grain under specific conditions.

The International Fertilizer Industry Association (IFIA) and the United Nations Environment Program (UNEP) define mineral fertilizers as materials that can either be manufactured or obtained naturally and contain nutrients that foster plants growth and development. According to IFIA, some plant foods are essential for human and animal bodies [4].

Mineral fertilizers are essential in facilitating plant growth, particularly by increasing the concentration of ions in the soil. A review by Chianu et al. highlighted the significance of mineral fertilizer application in improving soil fertility and plant growth [5]. According to the above authors, fertilizers increase crop yield and ensure soil sustainability for future agricultural activities. Even without organic inputs or micronutrients, the use of mineral fertilizers along with high-yielding cereal varieties can boost food production under suitable conditions.

Winter wheat is an important food crop grown worldwide, including in the Russian Federation, where it is a significant crop. The concentrations of carbohydrates, fat, and proteins determine the value and quality of winter wheat grain. It is beneficial to cultivate and produces high yield, only second to rice. Striking a balance between soil resource potential and production capacity is essential in ensuring sustainable agriculture in the contemporary world. There is a need to identify under which conditions the soil can produce optimal yield to function as an effective agroecosystem. Ideally, winter wheat is an essential crop used in bakeries, and getting a high yield remains crucial. To achieve this, there is a need to pursue measures aimed at increasing the agricultural background, including but not limited to the use of mineral fertilizers [6].

Three essential components contribute to the optimal soil condition: namely, microbiological, organic, and mineral aspects in an appropriate ratio. The biological activity of the soil hinges on the available mineral nutrients to the plants. This applies to winter wheat, where the availability of

nutrients such as nitrogen can be increased by using mineral fertilizers. Although applying green manure and organic fertilizer is the most common approach to improving soil organic matter, these techniques are costly in the acquisition, logistics, and application. The yields rarely pay off these costs. The current study sought to ascertain the influence of mineral fertilizer application on the production and quality of winter wheat in Russia.

Background

The government of the Russian Federation prioritizes food security for domestic agriculture. Therefore, there is a need to increase the production of crops to address the issue of food security, primarily using all the factors that influence such production. One of these factors revolves around the appropriate and timely use of mineral fertilizers in a more cost-effective [7]. Winter wheat production remains central to Russia's agricultural system, with a significant land area dedicated to its production [8]. Russia produces winter wheat yields averaging about 30t/ha, increasing to 60t/ha depending on the adopted agricultural practices and prevailing conditions.

Winter wheat grain is one of the major cash crops in Russia [9]. Studies show that winter wheat grain accounts for at least 70% of Russia's cash crop production and is one of the crops with the highest yields in Russia, compared to the crops planted in spring [10]. A survey by Sovencon Consultancy shows that the winter wheat grain dropped by 700,000 hectares in 2021, down from 2020 [10]. The reduction in the production of winter wheat grain, albeit its potential in Russia, justifies the need to evaluate the essence of mineral fertilizer use in enhancing its production.

Encouraging farmers to apply mineral fertilizers to winter wheat plantations is one of the strategies that has been implemented in a bid to improve the sustainability of the production of the grains, particularly the winter wheat grain [11]. In this regard, mineral fertilizers are cost-effective techniques for enhancing winter wheat production in Russia. A study by the State Agricultural University conducted over three years reported similar findings. These findings are stipulated in the journal article "Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield" by Moiseeva and Karmatskiy [12].

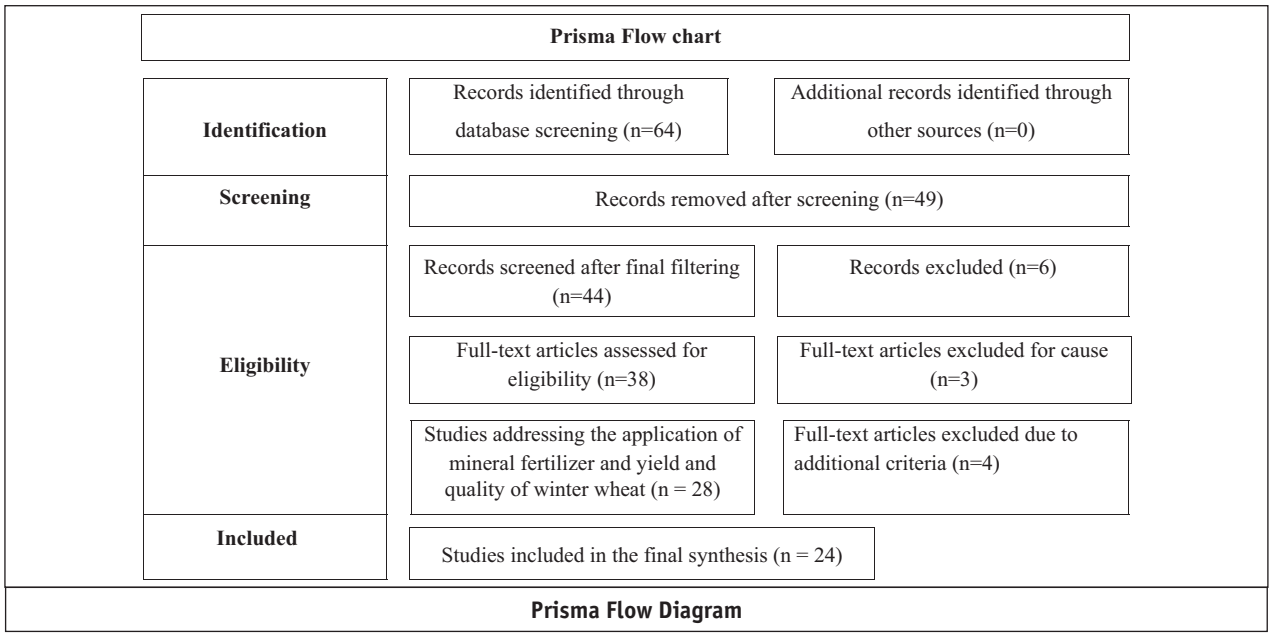
A study by Bamatov, Zanilov, and Rumyantsev emphasizes the need to balance winter wheat production, profitability, and sustainability of soil resources [13]. According to the above findings, farmers should identify the effective agroecosystem to ensure adequate production. One of these agroecosystems is soil fertility. Soil fertility has three main components: mineral, organic, and microbiological composition. Ideally, minerals play an essential role in ensuring or maintaining soil fertility.

Excess moisture in spring reduces nitrogen contents in the soil [11]. The above-average precipitation explains the decrease in winter wheat production. Reports show that 2011 had a 43% higher wheat yield than in 2012 [12]. Therefore, there is a need to consider the application of mineral fertilizers to boost the production of winter wheat in Russia.

Methodology

The current research embraced a systematic literature review to establish the influence of mineral fertilizer application on the yield and quality of winter wheat grain in the Non-Chernozem Zone of the central region of the Russian Federation.

The current study utilized a systematic literature review approach, using the PRISMA Chart to identify and screen the relevant research articles. As highlighted in the Prisma Flowchart below *(Figure)*, the authors



identified the appropriate and valid sources from various databases, including CINHAL, agriculture/food-based Non-Governmental Organizations (NGOs), and government databases, as well as credible sources from reputable journals. The flowchart below highlights the systematic approach adopted by this review to select the relevant articles on the mineral fertilizer application and the yield and quality of winter wheat in the central region of Russia's Non-Chernozem zones. Figure 1 below provides a detailed visual presentation of the flowchart diagram, which increases the transparency of the systematic literature review process. Further, it highlights the critical assessment and exclusion process based on the inclusion and exclusion criteria adopted during the individual database reviews. As depicted in this model, 24 published articles met the inclusion criteria, primarily from primary research, and provided distinct and relevant features over other proprietary analyses in the field under review.

The current review identified 64 primary articles based on the agricultural practices in Russia, particularly the application of mineral fertilizers on the yield and quality of the wheat grain. The studies mentioned above were conducted between 2008 and 2021 and focused on how mineral fertilizers influence the quality and production of winter wheat in the Non-Chernozem Zone of Central Russia.

Inclusion and exclusion criteria

The specific inclusion and exclusion criteria highlighted in *table* below guided the current study. Notably, this study utilized sources on applying mineral fertilizers and the yield and quality of winter wheat in the Non-Chernozem Zones of Central Russia, mainly published in the English language. The included sources were published between 2000 and 2021; thus, the review excluded any source published before 2000 due to its invalidity.

Mineral Fertilizer application and the winter wheat yield and quality

The current study reviewed several articles on applying mineral fertilizers and the yield and quality of winter wheat under specific agricultural conditions. Given the importance of the wheat crop in addressing food security in the Russian Federation, increasing the yield and quality of the food crop remains fundamental to achieving this goal. This study reviewed the existing literature to establish the influence of mineral fertilizer application on the quality and yield of winter wheat in the central part of Russia's Non-Chernozem Zone.

Material conditions of the study area

The Non-Chernozem zone of central Russia is characterized by climatic variations, consisting of a frost-free (growing season) period of between 112 and 148 days [14] It exhibits a mid-continental climate with adequate and sometimes excessive precipitation. Ideally, this region reports an average annual atmospheric precipitation of between 525 and 650 mm, with adequate yearly moisture in average precipitation years. The sum of active temperatures ranges between 1600 and 2200° C.

The central province occupies 24% of the entire Non-Chernozem Zone of the Russian Federation, including southern Kirov and Vologda regions, as well as Moscow, Vladimir, Yarolavl, Kostroma, Tver, Bryansk, Smolensk, Mari-Eil, Udmurtia, and the northern part of Nizhny Novgorod and areas of Ryazan territory.

Some areas experience similar soil and agro-climatic conditions, while others do not. According to Egorova *et al.*, effective agricultural production hinges in part on the soil and agro-climatic conditions [15]. There is a dire need to consider these factors as a priority in fostering agricultural development in each region.

The Non-Black Earth Zone (Non-Chernozem zone) encompasses a variety of subtypes and classes. Sod-podzolic soils are the most widespread, with unfavorable agronomic characteristics and low fertility. Such soils are deficient in nutrients and organic matter, have low biological inactivity and acidity, with unfavorable physical characteristics [16]. The Non-Chernozem zone consists of approximately 5M ha, and most of the sowing zone is occupied by winter wheat as the primary food crop. During intensive farming, active regulation of the soil conditions is essential in the Non-Chernozem zone to achieve an optimal and stable winter wheat yield, among other crops. Studies show that winter wheat reports the highest yield compared to other cereal crops cultivated in the zone [14]. Ideally, these findings demonstrate that the expansion of winter wheat farming in the Russian Non-Chernozem Zone began in the mid-20th century by PPG 186, PPG 599, and Mironovskaya 808. Due to the unfavorable agricultural conditions in the central region

Table 1. Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion	Exclusion
Sources on mineral fertilizer application and yield/quality of winter wheat	Sources not on the use of mineral fertilizers on the production of winter wheat
Sources published in the English language	Sources published in other languages
Sources published after 2000	Sources published before 2000
Primary sources on the use of mineral fertilizer and winter wheat yield and quality	Secondary sources on mineral fertilizer application and the yield and quality of winter wheat

of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation, it is essential to encourage farmers to embrace modern practices and technologies to improve both the yield and quality of winter wheat. Notably, farmers can apply mineral fertilizer to their plantations to increase grain yield. China, the world's leading country in mineral fertilizer between 1980 and 2016, has since doubled its grain yield. According to the country's National Bureau of Statistics, wheat production surged from 1.9t/ha in 1980 to 5.4t/ha in 2016, attributed to the six-fold use of mineral fertilizers [17]. However, there was a slight increase in soil organic carbon stocks (SOC) during the last three decades.

Also, it is necessary to combine mineral fertilizers with other chemical ameliorants to improve the agrophysical properties of the crops and increase the yield and quality [18].

How does mineral fertilizer application influence the yield of winter wheat?

Mineral fertilizer application is associated with increasing the productivity and quality of wheat grain globally. A study by Sultanov et al. reported a significant change in spring wheat yield, structure, economic efficiency, and grain quality (*Stolypinka*) after using mineral fertilizer [19]. The outcome of the above survey affirmed a positive correlation between the mineral fertilizer usage and yield structure components, including the weight of 1000 seeds, the number of productive stems, and kernels in a spike.

The use of green manure and the introduction of both organic and inorganic fertilizers is one of the ways through which the organic matter of the soil can be increased [20]. However, the application of these inputs has been limited by the financial abilities of enterprises in the agricultural sector. Also, reports show that the farmers who use mineral fertilizers to supplement the production of their firms harvest more [20]. Consequently, it is justified for farmers in the winter wheat production sector to use mineral fertilizers to increase their yield. Studies demonstrate that farmers who used these fertilizers in 2020 reported an increase of 44.8% in their winter wheat yields [13]. The above survey conducted between 2012 and 2013 reported a 29% increase in winter wheat production in the latter year, up from 2012, courtesy of mineral fertilizers. The report also highlighted the 2011 survey findings, which had similar results with a 13% increase in winter wheat yield in 2011 compared to 2010. These high increase rates were also attributed to the correct application of mineral fertilizers to winter wheat plantations. These findings suggest that the increase in winter wheat yields is attributable to applying mineral fertilizers in the right proportions [9].

A survey by Tyutyunov et al. sought to justify using a fertilization system in winter wheat grown in the southwest of the central black-soil region [21]. The outcome of this research revealed a positive correlation between the mineral fertilizer application and an increase in the winter wheat yield. Typically, the maximum output of winter wheat under the south-western region of the central black-soil area was 5.52t/ha. However, the application of 40 t/ha and mineral fertilizers in the dose of N60P60K60 to level three of plat protection reported an increase of 15.5kg of winter wheat grain harvest [21]. With the energy coefficient of 1.03 and 1.05, using a mineral fertilization system was justified in the cultivation of winter wheat.

A recent study by Ismailov et al. on meadow chestnut soil of flat irrigated region of Dagestan in the research on winter wheat varieties Sila and Bezostaya reported high yield, mainly using N90P45 fertilizers [22]. This study sought to ascertain the effects of systematic application of fertilizers on the winter wheat quality indicators and nitrate accumulation. The research outcome encompassed the dependence of protein, gluten content, and yield of new winter wheat varieties after applying mineral fertilizers.

Influence of the application of mineral fertilizers on the quality of winter wheat

Studies emphasize improving grain quality indicators to enhance wheat grain production in resource-saving agricultural practices. Such grain quality indicators include chemical, biological, physical, and consumer properties that determine the feasibility of its use for a given purpose [23].

Mineral fertilizer application at an appropriate rate is essential in yielding optimal results of good quality wheat grain; notably, 3.5 t/ha of grain, with 32.3% gluten and 15.8% crude protein [19].

A similar study by Pashtetsky et al. revealed that optimal fertilizer application increases the quality of the wheat grain and its gluten content [24]. According to this research, applying the generally accepted fertilizer dose increased the glassiness of wheat grain by 7%, up from its average of 44.8%. A 1.5-fold increase in fertilizer dose increased the grain's quality indicators by between 0.7 and 0.9 times [24).

Also, Gostev et al. associated low rates of mineral fertilizers with the increase in the winter wheat gluten content and its quality in all the variants under study [23]. Notably, the application of low rates of mineral fertilizers during winter wheat cultivation increased the crop yield to 21%, with the highest rates of N64P78K78 yielding up to 45% of winter wheat grain.

Results and Discussion

The arable land of the Non-Chernozem Zone mainly constitutes sod-podzolic soils, which exhibit different fertility levels depending on the region. However, such soils have commonalities irrespective of the differences in fertility levels. These standard features include the low thickness of the humus horizon, low humus content, poor exchangeable calcium, and weak saturation of the absorbing complex with bases. Moreover, they are prone

to crust formation and flooding, poorly structured, and have high density. The illuvial zones of their loamy and clayey varieties have low filtration coefficients. As a result, rainy periods make them overwetted, with extremely weak aeration. Generally, the soils here are distinctively low infertility. Sod-podzolic soils contain between 1.5 and 2% of humus. The assimilable potassium and phosphorus forms are also low in content in the arable and of this region.

Studies reviewed in this research report a positive correlation between the application of mineral fertilizers and the increased productivity and yield of winter wheat of the central part of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation.

Suppose mineral fertilizers were applied as recommended by the ministry of agriculture in Russia, there would be a high likelihood that the wheat yield production between the years 2021 and 2022 would increase significantly. For instance, as per the ministry, if there is an appropriate application of mineral fertilizers in their recommended amounts, Russian farmers in Moscow are likely to experience an increase in productivity from 10.8 million hectares to 19 million hectares [10].

It is wise to note that applying mineral fertilizers could be the possible solution for increased winter wheat productivity and quality among Russian farmers, particularly in the central part of the Non-Chernozem Zone. Typically, the mineral fertilizers contain nutrients, including but not limited to nitrogen. When applied appropriately and in the correct dose, mineral fertilizers increase the soil's nitrogen content, boosting the productivity and quality of winter wheat in the Non-Chernozem region of Central Russia. Golosnoy et al. highlight the essence of nitrogen nutrition in enhancing winter wheat production in Non-Chernozem soils of central Russia [11].

The use of mineral fertilizers in correct proportions increases the glassiness and the content of gluten in winter wheat in the Non-Chernozem Zone, thereby increasing the quality of the grain. Gostev et al. reported that low rates of mineral fertilizer applications increased the gluten content of different variants of winter wheat [23]. Study findings show that an increase of 1.5-fold of the fertilizer dose increases grain quality indicators by 0.7 and 0.9 times. However, it is worth noting that the highest rates of rising in N64P78K78 application the winter wheat yield rather than the quality by up to 45%.

According to Ismailov et al., there is a justifiable need to increase the yield and quality of winter wheat, primarily because of its importance in the Russian agricultural and economic systems [22]. Applying mineral fertilizers under suitable conditions is critical in achieving high-quality winter wheat. The 17% nitrogen content of winter wheat emphasizes the importance of the nutrient in the development of winter wheat. Studies conducted in regions with large-scale winter wheat plantations highlight nitrogen nutrition as a special requirement for the crop [11] In addition to increasing the quality of winter wheat, the application of mineral fertilizers enhances the productivity of the food crop across all soils.

Recent research reported an increase in the fibrin content of the winter wheat after applying mineral fertilizers. A four-year study by Esaulko et al. on the use of mineral fertilizers on winter wheat in leached chernozem soils associated an increase in fibrin content with the application of the fertilizers [9]. Ideally, the findings showed that fibrin content increased from 2.4% to 9.9% compared to the control sample, particularly after using mineral fertilizers. The high-quality fibrin yield in non-chernozem soils depended on the rates of mineral fertilizer application, an outcome that concurs with several studies reviewed in this article.

The deficiencies in the nutrient content of the Non-Chernozem soils justify the essence of mineral fertilizer application to enhance the quality and productivity of winter wheat. The quality indicators prioritized here include the physical, biological, chemical, and consumer characteristics that define the grain's feasibility for a specific use. Sultanov et al. highlighted that applying mineral fertilizers in appropriate quantities is a prerequisite to optimal yields and enhanced quality of winter wheat in Non-Chernozem soils of Central Russia [19]. For instance, 3.5 tons of mineral fertilizers can increase the gluten content by 32.3% and crude protein by 15.8%.

Conclusion

There is an improved relationship between the application of mineral fertilizers and the yield and quality of winter wheat in the Non-Chernozem region of central Russia. The studies reviewed in this research show that the appropriate mineral fertilizers increase the quality and yield of winter wheat in this region. The aspects of quality highlighted herein include the fibrin, crude protein, and gluten contents. The nutrient deficiency of the arable land in the Non-Chernozem zone justifies the essence of mineral fertilizer application to boost the yield and quality of the winter wheat. The data indicate the possibility of a significant increase in the quality and productivity of the winter wheat grain and other valuable economic properties of the winter wheat upon the use of mineral fertilizers during cultivation.

Compliance with the ethical standards

The authors declare that they have no conflict of interest. The current article does not contain any studies involving animals or human participants performed by any authors. The authors upheld ethical standards in the process of conducting the review. Every idea borrowed from a source was acknowledged by making in-text citations and references. The authors ensured the data de-identification before releasing it for publication, and no distress or damage was caused.

References

1. Berners-Lee M., Kennelly C, Watson R, Hewitt C N, Kapuscinski, AR, Locke KA, et al. Current global food production is sufficient to meet human nutritional needs in 2050 provided there is radical societal adaptation. Elementa: Science of the Anthropocene. 2018;6 (In Press)
2. World Hunger Organisation. World Hunger and Poverty Statistics. 2016. http://www.worldhunger.org/2015-world-hunger-and-poverty-facts-and-statistics/ accessed 08/02/22. (In Press)
3. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects, the 2015 Revision. 2015. http://esa.un.org/unpd/wpp/ accessed 08/02/22. (In Press)
4. International Fertilizer Industry Association. Mineral Fertilizer Use and the Environment. Paris: International Fertilizer Industry Association. 2008. Retrieved from Mineral Fertilizer Use. (In press)
5. Chianu JN, Chianu JN, Mairura F. Mineral fertilizers in the farming systems of sub-Saharan Africa. A review. Agronomy for sustainable development. 2012 Apr;32(2):545-66. (In Press)
6. Zaheer MS, Raza MA, Saleem MF, Khan IH, Ahmad S, Iqbal R, Manevski K. Investigating the effect of Azospirillum brasilense and Rhizobium pisi on agronomic traits of wheat (Triticum aestivum L.). Archives of Agronomy and Soil Science. 2019 Feb 5. (In Press)
7. Ibragimova RR, Yartsev GF, Baikasenov RK, Aysuvakova TP, Kartabayeva BB, Tseiko VI, Kosolapov VM. Productivity And Quality Of Spring Soft Wheat Grain Depending On Root Feeding With Liquid Nitrogen Fertilizers On Black Soils Of South Orenburg Region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021 Nov 1. 901 (1): 012061). (In Press)
8. Rebouh NY, Latati M, Polityko P, Maisam Z, Kavhiza NJ, Garmasch N, Pakina E, Lyshko M, Engeribo A, Orujov E, Vvedenskiy V. Improvement of Weeds Management System and Fertilisers Application in Winter Wheat (L.) Cultivation Technologies. Agriculture (Pol'nohospodarstvo). 2021 Jul 1;67(2):76-86. (In Press)
9. Esaulko AN, Salenko EA, Sigida MS, Korostylev SA, Golosnoy EV. Agrochemical principles of targetting winter wheat yield on leached chernozem of the Stavropol elevation. Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015 Apr;12(1):301 (In Press).
10. Reidy S. Russia may plant less winter wheat than expected. 2015. Retrieved from World-Grain.com: https://www.world-grain.com/articles/15923-russia-may-plant-less-winter-wheat-than-expected. (In Press)
11. Golosnoy E, Esaulko A, Belovolova A, Ozheredova A. Influence of methods and technology of nitrogen fertilizer application in early spring fertilization on winter wheat productivity in the arid zone of south of Russia. In Proceedings from 18th international scientific conference engineering for rural development 2019; 386-390. (In Press)
12. Moiseeva K, Karmatskiy A, Moiseeva A. Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield. InInternational scientific and practical conference``Agro-SMART--Smart solutions for agriculture"(Agro-SMART 2018) 2018; 499-503. (In Press)
13. Bamatov IM, Rumyantsev EV, Zanilov AK. Influence of biopolymericmodification of mineral fertilizers on the productivity and quality of winter wheat grain. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020; 421 (3): 032023 (In Press).
14. Sandukhadze BI, Zhuravleva EV. Topdressing Nitrogen in Modern Winter Wheat Varieties in Central Russia. icon. 2012 Sep 21. (In Press)
15. Egorova EV, Semkiv MV, Farinyuk YT, Vasiliev AS. Classification of the Non-Chernozem Zone regions of Russia by Agro-Climatic and Soil Indicators. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 852(1) 012028. (In Press)
16. Postnikov DA, Merzlaya GE, Fedulova AD, Postnikova KV. Comparative evaluation of the biological activity of the arable layer of sod-podzolic soil in the Non-chernozem zone (Smolensk region) depending on the fertilizer system. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020; 594(1): 012028. (In Press)
17. Jiang G, Zhang W, Xu M, Kuzyakov Y, Zhang X, Wang J, Di J, Murphy DV. Manure and mineral fertilizer effects on crop yield and soil carbon sequestration: A meta-analysis and modeling across China. Global Biogeochemical Cycles. 2018 Nov;32(11):1659-72. (In Press)
18. Barakina EE, Barakin NS. Changes in the Agrophysical Properties of the Chernozem Leached with the Use of Defecate and Fertilizers for the Cultivation of Winter Wheat. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 666(3): 032010). (In Press)
19. Sultanov FS, Yudin AA, Gabdrakhimov OB. Productivity and grain quality of a new spring wheat variety Stolypinka depending on the rates of mineral fertilizers under conditions of the Pre-Baikal region. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2020 Aug 1; 548(4): 042065. (In Press)
20. Snakin V, Prisyazhnaya A, Kovacs-Lang E. Chapter 4 - Environmental Impact on the Soil Liquid Phase. In V. Snakin A, Prisyazhnaya, E, Kovacs-Lang, Solid-Liquid Phase Composition. 2001 : 84-121. (In Press)
21. Tyutyunov S, Solntsev P, Stupakov A, Kulikova M. Agroecological justification of winter wheat fertilization systems in the south-west of the Central Black-soil region. InE3S Web of Conferences 2020; 175: 07005. (In Press)
22. Ismailov AB, Gimbatov AS, Omarova EK, Alimirzayeva GA, Radzhabov RA. Quality indicators and nitrate accumulation in winter wheat grain when applying fertilizers in conditions of plain irrigated zone of Dagestan. InE3S Web of Conferences 2021; 254: 07007. (In Press)

23. Gostev A, Dubovik D, Masyutenko N, Nitchenko L, Reznik V, Kruglov V, Davydov R. The impact of agricultural resource-saving technologies on grain yeld and quality. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019 Nov 1; 390(1): 012040. (In Press).
24. Pashtetsky VS, Turin EN, Zhenchenko KG. Optimal doses of fertilizer application against the background of resource-saving soil cultivation technologies in the Steppe zone of Russia. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 640(6): 062011. (In Press).

Чонгера Александр[1,2], Барри Мамаду[2], В. В. Введенский[2], Ребух Назих Ясер[2]

[1]Институт агрономических наук Бурунди, ISABU,
[2]Российский университет дружбы народов
ac286448@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ СРЕДНЕЙ РОССИИ: ОБЗОР

Озимая пшеница является одной из важнейших сельскохозяйственных культур с высоким потенциалом урожайности, для более полной реализации которого на современном этапе требуется создание гибких наукоемких технологий возделывания, которые будут включать в себя новые малозатратные элементы и, несомненно, будут увеличить валовой сбор зерна. В рецензируемой статье представлены результаты полевых исследований, проведенных в Нечерноземной почве центрального региона России. Целью работы было изучение влияния минеральных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы, направленное на оценку реакции сортов озимой пшеницы по технологиям возделывания на различном уровне интенсивности, разработку экономически эффективной ресурсосберегающей технологии возделывания и определить оптимальные условия возделывания озимой пшеницы. Внесение минеральных удобрений в правильной дозировке имеет основополагающее значение для повышения урожайности и качества озимой пшеницы в Нечерноземной зоне средней полосы России. Дефицит питательных веществ в почвах этого региона оправдывает применение минеральных удобрений. Авторы проанализировали существующие исследования по применению минеральных удобрений, качеству и урожайности озимой пшеницы в нечерноземных почвенных условиях центрального региона России. Оценивались различные показатели, такие как урожайность озимой пшеницы, содержание клейковины, фибрина и сырого протеина. В результате исследований выявлена положительная корреляция между целесообразным применением минеральных удобрений и повышением урожайности и качества зерна озимой пшеницы в Нечерноземной зоне Центральной России.

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, Нечерноземная почва/зона, сельское хозяйство в России, урожайность озимой пшеницы, качество озимой пшеницы.

Influence of different doses of fertilizers on significant traits of soybean cultivar "Lira"

УДК 635.655
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-38-40

D. C. Diouf, F. E. Mullo Panoluisa, P. Kezimana (PhD)**, E. V. Romanova** (PhD)
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University),
1032199020@rudn.ru

This article presents the results of a study conducted in 2021 in the experimental field of the Federal Scientific Vegetable Center in the Moscow Region. The effect of fertilizer application on various significant traits of the early soybean cultivar Lira was studied. For our study, we used a complex water-soluble fertilizer Universal brand 18:18:18+ 3 MgO + ME (LC "Voskresensk Mineral Fertilizers"), containing an equal amount (18%) of water-soluble forms of nitrogen, phosphorus and potassium, an easily accessible form of magnesium and the six most important trace elements (boron, copper, iron, manganese, molybdenum, and zinc). The effect of fertilizer was studied according to the following scheme: Control (K, 0 g/m² of fertilizer), Variant 1 – 0.5 g/m² of fertilizer (B1), Variant 2 – 1 g/m/ of fertilizer (B2) and Variant 3 – 1.5 g/m² of fertilizer (B3). It was found that the application of fertilizer had a significant effect ($F_f < F_{05}$) on the traits we studied (plant height, lower pod attachment height, weight of 1000 seeds, number of pods and seeds per 1 soybean plant). Regarding plant height and lower pod attachment height, a negative effect of fertilizer application was revealed, as we observed a decrease in plant height by 4.7%, 16.2% and 18.3% for variants 1, 2 and 3, respectively; and a decrease of lower pod attachment height of 21.9%, 18.4%, and 17.0% for these variants. The application of fertilizers contributed to an increase in the number of pods by 5–26 pcs/plant, the number of seeds per plant by 7–51 pcs/plant. compared to control. The application of fertilizers also increased the weight of 1000 seeds by 10.15–32.12 g. Among the studied variants, the second variant – B1 (0.5 g/m²) had the most effect on the studied traits.

Key words: soybean, fertilizer doses, morphological characteristics, fertilizer, yield structure and quality.

Introduction

Soybean (*Glycine max* L. Merr.) is a legume crop of great global importance with a content of 43.3% protein and 19.5% oil, which makes it a "miracle bean". Soybean also provides all the essential amino acids except methionine, and it is used as a protein supplement in animal feed [1].

Good soybean yield depends on good crop management practices, such as use of fertilizers, which can greatly increase production; although it should be noted that they can have a positive or negative impact on agricultural production depending on the amount, dose, crop growth stage, combination and balance [2, 3]. For proper growth and development, soybean needs both macronutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), sulfur (S), calcium (Ca) and magnesium (Mg) for their structural and functional role, and micronutrients such as copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn), boron (B), chloride (Cl), molybdenum (Mo), and nickel (Ni) for their enzymatic and cellular regulation [2,4]. Soybean yield losses due to nutrient deficiencies also varies by nutrient; deficiency of nitrogen, phosphorus, iron, boron and sulfur can lead to yield losses up to 10%, 29–45%, 22–90%, 100% and 16–30% respectively [3]. Recent studies show that the effective use of fertilizers is inevitable to improve the yields of modern soybean varieties directly and indirectly. The results of Oldham et al. show that soybean needs both macro-, secondary and micronutrients [5].

Nitrogen (N) is one of the main nutrients in soybeans, and most of the nitrogen demand in soybean crops is met by biological nitrogen fixation [6, 7].

Even though most crops do not use nitrogen very efficiently, with significant amounts often lost through leaching, volatilization or denitrification [3], soybeans provide most of their own N requirements by binding atmospheric N_2 to ammonium (NH_4^+), a form that is readily available to the plant. Additional nitrogen is extracted from the soil through a cycle of organic matter and rainfall.

So mostly there is no benefit from N fertilizer [8], although Afza et al. found that foliar application of N can slightly increase soybean yield without significantly reducing biological N_2 fixation [9].

Phosphorus (P) is another essential nutrient required for proper growth and development of soybean, with studies showing the impact of phosphorous fertilizer on soybean yield, protein content, oil content, nitrogen fixation and root growth [10,11]. The response of soybean cultivation to phosphorus depends on the phosphorus content in the soil, as study showed that the application of phosphorus is unlikely to increase seed yields if the concentration of available phosphorus in the soil exceeds 12 ppm [12].

Potassium (K) is also a key macronutrient, used by plants for photosynthesis, sugar transport, water and nutrients movement, protein synthesis, and starch formation, abiotic and biotic stress tolerance [13].

In addition to macronutrients, soybean is also responsive to the use of micronutrients, such as molybdenum and boron. Molybdenum in soybean is known to promote root growth, stimulate the activity of nodule bacteria, participate in phosphorus and nitrogen metabolism, and enhance the synthesis of chlorophyll [14, 15].

Given the importance of fertilizers, the present article summarizes results of field experiments on the influence of fertilizers on the significant traits of soybean.

Materials and methods

This study was conducted at the experimental station of the Federal Scientific Vegetable Center. The experimental was designed in a complete random block or Fisher block, as we randomly allocated variants to blocks of experimental units across blocks by a full draw without discounts. Thus, we have 4 variants (K, B1, B2 and B3) with 2 repetitions.

For the study, early ripe soybean cultivar "Lira" was used. The cultivar was registered in the National Register of Selection Results in 2003.

The fertilizer we assessed was a complex water-soluble fertilizer Universal brand 18:18:18+ 3 MgO + ME (LC "Voskresensk Mineral Fertilizers"), containing an equal amount (18%) of water-soluble forms of nitrogen, phosphorus and potassium, an easily accessible form of magnesium and the six most important trace elements (boron, copper, iron, manganese, molybdenum, and zinc).

It is made from environmentally friendly raw materials, does not contain sodium, chlorine, and heavy metals, quickly and completely dissolves in water. It is designed specifically for the mineral nutrition of agricultural plants throughout the entire period of their growth and development. It is most effective during the active growth stages of plants, as well as during periods of stress caused by drought, waterlogging, disease damage, pests, and other adverse factors.

The dosage was divided into four variants as follow:

– Variant K – 0 g/m^2 of fertilizer 18:18:18 + 3 MgO + ME;

– Variant B1 – 0.5 g/m^2 of fertilizer 18:18:18 + 3 MgO + ME;

– Variant B2 – 1 g/m^2 of fertilizer 18:18:18 + 3 MgO + ME';

– Variant B3 – 1.5 g/m^2 of fertilizer 18:18:18 + 3 MgO + ME.

These applications were carried out every 15 days, starting from the twentieth day after sowing.

Two groups of variables were studied: plant growth parameters (plant height and lower bob attachment height) and yield parameters (weight of 1000 seeds, number of pods (pcs/plant) and number of seeds (pcs/plant)).

Results and discussion

As a result of our study, on the background of fertilizer application (B1, B2, B3), we observed a decrease of the plant height compared to the control (K) *(Table 1)*.

Additional studies in the coming years will show if the tendency to decrease plant height is due to fertilizer application or environmental factors. We also looked the lower pod attachment height, as if it decreases, it may complicate mechanization. We also observed a decrease for all our variants with fertilizers *(Table 2)*. The obtained attachment height of the lower pods for B1 and B2 was a bit lower (12.1 cm and 12.65 cm) than the minimal one registered in the National Register of Selection Results – 12.8 cm.

An indicator of the quality of soybean seed material is the weight of 1000 seeds, which largely depends on soil moisture and precipitation during the growing season period, cultivar, as well as the provision of life factors, such as nutrients.

The weight of 1000 seeds did depend on the applied fertilizers, with both variants providing an increase *(Table 3)*.

The variant B2 provided a bigger increase of 17.8% to the control, and other variants (B2 – 5.6%, B3 – 13.5%).

Table 1. Plant height of the cultivar Lira, depending on fertilizer application

Fertilizer variants	Plant height (cm)	Height increase to control	
		cm	%
K (0 g/m^2)	84.6	0	0
B1 (0.5 g/m^2)	80.65	–3.95	–4.7
B2 (1 g/m^2)	70.9	–13.7	–16.2
B3 (1.5 g/m^2)	69.15	–15.45	–18.3
LSD_{05}	$F_f<F_{05}$		

Table 2. Lower pod attachment height, depending on fertilizer application

Fertilizer variants	Lower pod attachment height, cm	Lower bob attachment height increase to control	
		cm	%
K (0 g/m^2)	15.5	0	0
B1 (0.5 g/m^2)	12.1	–3.4	–21.9
B2 (1 g/m^2)	12.65	–2.85	–18.4
B3 (1.5 g/m^2)	12.86	–2.64	–17.0
LSD_{05}	$F_f<F_{05}$		

Table 3. Weight of 1000 seeds, depending on fertilizer application

Fertilizer variants	Weight of 1000 seeds (g)	Weight of 1000 seeds increase to Control	
		G	%
K (0 g/m^2)	180.74	0	0.0
B1 (0.5 g/m^2)	212.86	32.12	17.8
B2 (1 g/m^2)	190.89	10.15	5.6
B3 (1.5 g/m^2)	205.23	24.49	13.5
LSD_{05}	$F_f<F_{05}$		

Table 4. Number of pods, depending on fertilizer application

Fertilizer variants	Number of pods (pcs/plant)	Number of pods increase to control	
		pcs/growth	%
K (0 g/m^2)	77.9	0	0.0
B1 (0.5 g/m^2)	103.9	26	33.4
B2 (1 g/m^2)	82.7	4.8	6.2
B3 (1.5 g/m^2)	94.2	16.3	20.9
LSD_{05}	$F_f<F_{05}$		

Table 5. Number of seeds, depending on fertilizer application

Fertilizer variants	Number of seeds (pcs/plant)	Number of seeds increase to control	
		pcs/growth	%
K (0 g/m²)	163.3	0	0.0
B 1 (0.5 g/m²)	214.2	50.9	31.2
B 2 (1 g/m²)	170.5	7.2	4.4
B 3 (1.5 g/m²)	191	27.7	17.0
LSD_{05}	$F_f<F_{05}$		

The applied fertilizers positively influenced the number of pods per plants *(Table 4)*. From their application, the number of pods per plant increased by 5–26 units, with the significant increase observed from B1.

Fertilizer application also positively influenced the number of seeds per plant *(Table 5)*. We observed an increase of 7–51 units from fertilizer application. For this trait, the variant B1 was also the most efficient, providing an increase of 31.2%.

Conclusion

Application of fertilizers contributed to a decrease of some traits (plant height and lower pod attachment height) and an increase in yield related traits (weight of 1000 seeds, number of pods and seeds per plant).

The studied fertilizers' variants did not have the same effect, with the variant B1 showing a more significant effect on the yield related traits. Given that B1 is lower dosage, it may be that high dosage may have a negative effect, and thus are not as efficient as the lower dosage.

Data availability: The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on request.

References

1. Saranraj P. et al. Macronutrient management for the cultivation of Soybean (Glycine max L.): A review // IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 2021. Vol. 788, № 1. P. 012055.
2. Bagale S. Nutrient Management for Soybean Crops // Int. J. Agron. Hindawi, 2021. Vol. 2021. P. e3304634.
3. Hellal F.A., Abdelhamid M.T. Nutrient Management Practices for Enhancing Soybean (Glycine max L.) Production. 2013. P. 12.
4. Vargas R.L. de et al. Macronutrients and Micronutrients Variability in Soybean Seeds // J. Agric. Sci. 2018. Vol. 10, № 4. P. 209.
5. Oldham L. Nutrient management guidelines for agronomic crops grown in Mississippi // Dep. Plant Soil Sci. Miss. State Univ. Plant Nutr. 2011. P. 8–10.
6. Cafaro La Menza N. et al. Is soybean yield limited by nitrogen supply? // Field Crops Res. 2017. Vol. 213. P. 204–212.
7. Ohyama T. et al. Role of nitrogen on growth and seed yield of soybean and a new fertilization technique to promote nitrogen fixation and seed yield. 2017. P. 153–185.
8. Hungria M. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics : The success of soybean (Glycine max L. Merr.) in South America // Nitrogen Nutr. Plant Product. Studium Press/LLC, 2006. P. 43–93.
9. Afza R. et al. Effects of delayed soil and foliar N fertilization on yield and N2 fixation of soybean // Plant Soil. Springer, 1987. Vol. 97, № 3. P. 361–368.
10. Adeli A. et al. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations // Agron. J. Wiley Online Library, 2005. Vol. 97, № 1. P. 314–321.
11. Schulze J. et al. Nitrogen Fixation by White Lupin under Phosphorus Deficiency // Ann. Bot. 2006. Vol. 98, № 4. P. 731–740.
12. Ferguson R.B. et al. G87-859 Fertilizer Recommendations for Soybean (Revised August 2006) // Hist. Mater. Univ. Neb.-Linc. Ext. 1987.
13. Usherwood N.R. The Role of Potassium in Crop Quality // Potassium in Agriculture. John Wiley & Sons, Ltd, 1985. P. 489–513.
14. Campo R.J., Araujo R.S., Hungria M. Molybdenum-enriched soybean seeds enhance N accumulation, seed yield, and seed protein content in Brazil: 3 // Field Crops Res. 2009. Vol. 110, № 3. P. 219–224.
15. Kaiser B.N. et al. The Role of Molybdenum in Agricultural Plant Production: 5 // Ann. Bot. 2005. Vol. 96, № 5. P. 745–754.

Д. Ш. Дьюф, Ф. Э. Мульо Панолуиса, П. Кезимана, Е. В. Романова

Российский университет дружбы народов, *1032199020@rudn.ru*

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЗНАЧИМЫЕ ПРИЗНАКИ СОИ СОРТА ЛИРА

В статье представлены результаты исследований, проведенных в 2021 г. в полевом опыте ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства", в Московской области. Изучали эффект внесения удобрения на различные хозяйственно значимые признаки раннего сорта сои Лира. Для нашего исследования использовали удобрение комплексное водорастворимое марки Универсал 18:18:18+ 3 MgO + МЭ (АО «Воскресенские минеральные удобрения»), содержащее равное количество (18 %) водорастворимых форм азота, фосфора и калия, легкодоступную форму магния и шести наиболее важных микроэлементов (бор, медь, железо, марганец, молибден и цинк). Влияние удобрения изучали по следующей схеме: Контроль (К, 0 г/м²); Вариант 1 – 0,5 г/м² удобрения (В1); Вариант 2 – 1 г/м² удобрения (В2) и Вариант 3 – 1,5 г/м² удобрения (В3). Установлено, что внесение удобрения оказало существенное влияние (Fф<F05) на изученные нами признаки (высота растения, высота прикрепления нижнего боба, масса 1000 семян, число бобов и семян на 1 растении сои). По признакам высоты растения и высоты прикрепления нижнего боба выявлен отрицательный эффект внесения удобрения, т.к. отмечено уменьшение высоты растения на 4,7%, 16,2% и 18,3% для вариантов 1, 2 и 3, соответственно; и уменьшение высоты прикрепления нижнего боба на 21,9%, 18,4% и 17% для этих вариантов. Внесённые удобрения способствовали увеличению количества бобов на 5–26 шт./раст., количества семян на растения – на 7–51 шт./раст. по сравнению с контролем. От внесения удобрений масса 1000 семян увеличивалась на 10,15–32,12 г. Среди изученных доз удобрений наиболее влияние оказал вариант В1 (0,5 г/м²).

Ключевые слова: соя, дозы удобрений, морфологические признаки, удобрение, структура и качество урожая.

Effect of Kinetin and Licorice Extract on Some Growth Characteristics of Wheat

УДК 635.655
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-41-46

Ammar J. Al Fayad[1] and Suhad Mathkoor A. Safi[2]
[1]Baghdad Municipality Researcher in
[2]College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad,
naghamalazawi@yahoo.com

A field experiment was carried out in the field of Field Crops Department, College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad, Al-Jadriya, 2017-2018, to study the effect of spraying stages and concentrations of kinetin and licorice root extract on wheat growth. A factorial experiment in Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replicates was followed. The first factor represented by the stages of spraying including the stage of tillering, booting and anthesis (S1, S2 and S3 respectively). The second factor included five treatments involved C0: comparison treatment (water spray only), C1: 150 mg/L of kinetin, C2: 150 mg/L of the licorice root extract, C3: 150 mg/L of kinetin + 150 mg/L of the licorice root extract and C4: 75 mg/L of kinetin + 75 mg/L of the licorice root. The results showed that the spraying at tillering stage was superior by giving the highest means for most studied traits including height of the plant, the chlorophyll index (SPAD value), the area of flag leaf and the number of tillers, which reached 97.39 cm, 52.66 SPAD units, 57.85 cm² and 482.68 tillers per m², respectively. The spray treatment C3 was superior by giving the highest average height of the plant, the chlorophyll index (SPAD), the flag leaf area cm², and the number of tillers with recorded means of 100.98 cm, 53.83 SPAD units, 63.47 cm² and 549.36 tillers per m², respectively. As for the interaction treatment, C3 was superior at tillering stage by giving the highest average plant height (101.87 cm), chlorophyll index (55.92 SPAD units), the flag leaf area (67.67 cm²) and the number of tillers (590.70 tillers per m²).

Key words: kinetin, licorice extract, wheat, plant height.

Introduction

The agricultural situation in Iraq is deteriorating due to several reasons, including the lack of using the advanced agricultural systems. Despite the importance of wheat plant as a strategic crop in the world in general and in Iraq in particular as it is the main food for the population, but the production does not meet the needs of the individual as wheat yield at the area of 147.88 hectares was 3.30 t/ha in 2016 (Statistic of Agricultural Economics Research Department, 2016). In order to improve agricultural situation, several researches have been carried out using modern methods in farming systems, including growth regulators that can be considered a biologic chemical tool that play an important role in regulating physiological processes which are positively reflected on plant growth and yield. Kinetin is one of the most important growth promoters of plants because it has a major role in elongation of cells and thus increase growth (*Taiz and Zeiger, 2010*).

(Sakri and Shireen,2009) demonstrated that spraying cytokinin on wheat plant at a concentration of 80 mg/L at the beginning of the tillering stage resulted in a significant increase in plant height by 18.4% compared with the comparison treatment (sprayed with water only). *(Saif al-din, 2016)* found spraying kinetin at a concentration of 30 mg/L for two varieties of wheat – Ciccio and Anforeta – after 39 and 49 days of planting led to increase in plant height (14.20 cm and 16.80 cm, respectively) for both cultivars compared to the control treatment while there was insignificant effect of spraying stages on the plant height. *Mohammed, (2013)* detected that spraying kinetin) 5 mg/L) on wheat plant in the stage of booting for two seasons led to a significant increase in the area of flag leaf amounted to 32.55 and 29.80 cm² for both seasons compared to control treatment at the period of elongation which amounted to 28.23 and 26 18 cm² and 19.39 and 18.20 cm², respectively, for both seasons.

Asaduzzaman *et al.*(*2010*) found that spraying the kinetin at a concentration of 50 mg/L at the beginning of tillering stage of the wheat plant led to an increase in the number of tillers reaching 687 tillers per m² while the comparison treatment gave 512 tillers per m². *Hussein (2015)* studied the number of growth regulators and plant extracts for three stages spraying on wheat plant and found that kinetin spraying treatment at a concentration of 100 mg/L at tillering stage exceeded by giving the highest number of tillers (402.8 tillers per m²), the highest index of chlorophyll in the leaves (45.96 SPAD) and a significant increase in the area of flag leaf which amounted to 55.16 and 55.31 cm² for both seasons, respectively, in comparison to water spraying treatment for the same stage, which amounted to 41.68 cm² and 40.31 cm², respectively.

The modern scientific trend is to preserve the environment and health, researchers have resorted to the replacement of many nutrients and the use of plant extracts, which are cheap and easy to use. Licorice extract is one of the most important plant extracts used as an alternative to chemical compounds (*Sadeq et al.,2002*); (*Saleh et al.,2013*) demonstrated that spraying natural extracts (including licorice extract) on several crops, including wheat, resulted

in an increase in plant height (79 cm) compared to the treatment without spraying which gave 60 cm. In a study on wheat yield, *Hussein (2002)* explained that spraying plants with licorice extract led to increase leaf content of chlorophyll. Furthermore, *Nasrullah et al. (2011)* revealed that wheat spraying with licorice root extract at a concentration of 25% at the tillering stage increased the number of tillers (206.9 tillers per m^2) compared with the comparison treatment, which gave 173.2 tillers per m^2 and an increase in the leaf area (66.1 cm^2) while the comparison treatment gave 53.8 cm^2. *AL- Baldawi et al.,(2017)* reported that the use of the root extract of the licorice at 100% concentration had the same effect of the growth regulator and did not differ significantly in the area of the flag leaf as it reached 53.70 cm^2 compared with the comparison treatment which gave 40.80 cm^2. In addition, it resulted in the highest plant height (100.10 cm), compared to the comparison treatment that gave 85.50 cm. *Safi* and *Al Fayad* (2018) found the kinetin treatment +licorice root extracts 150 mg/L+150 mg/L was the best spraying treatment giving the highest average in spikes number per m^2 reached 470.46 spikes per m^2 and grain number reached 62.13 grains per spike and gave the highest grain yield of 5.74 t/ha.

According to the importance of growth regulators and plant extracts, the present study is to investigate the best stage of kinetin and licorice extract spraying as well as the best concentration of sprayed treatments.

Materials and methods of work

A field experiment was carried out in the fields of the College of Agricultural Engineering Sciences – University of Baghdad – Al-Jadriya to study the effect of the spray stages of the kinetin and the licorice extract in some growth characteristics of wheat for the agricultural season 2017-2018 in a factorial experiment according to the design of the RCBD with three replicates. The first factor involved the stages of kinetin spraying and licorice extract. Represented as:

S1 — Tillering;
S2 — Booting;
S3 — Anthesis.

The second factor includes concentrations of kinetin (150 mg/L), licorice extract (150 mg/L), kinetin (150 mg/L) + licorice extract (150 mg/L), and kinetin (75 mg/L) + licorice extract (75 mg/L) in sequence and symbolizes C1, C2, C3 and C4, respectively, in addition to the comparison treatment (spraying with water only) which represented by C0:

C0 — Comparison treatment;
C1 — Kinetin 150 mg/L;
C2 — Extract of licorice 150 mg/L;
C3 — Kinetin 150 mg/L +licorice extract 150 mg/L;
C4 — Kinetin 75 mg/L + licorice extract 75 mg/L.

Random samples were taken from the soil of the field and for different sites of the experiment soil at a depth of 0-30 cm prior to planting and analyzes were carried out for the purpose of knowing the properties of the chemical and physiological soil as shown in (Table 1). The soil of the experiment was plowed with two orthogonal plows using a plow, and the soil was softened with disk compasses. The experimental land was divided in to 2×2 unit. Each experimental unit included 10 lines with 20 cm distance between lines. The seeds **(IBAA 95**) were planted with a seed rate of 120 kg/ha and a depth of 5 cm on 15 November 2017. Nitrogen fertilizer (200 kg/ha) was added in the form of urea (N 46%) in four batches at the beginning of cultivation, at stage of three full leaves appearance (ZGS: 13), at stage of second node appearance (ZGS: 32) and at booting stage (40ZGS) according to the measurement of *Zadoks et al. (1974)*. The phosphate fertilizer (P2O5) was added one batch at planting at the rate of 100 kg/ha in the form of superphosphate (P2O5: 45%) (P: 20%), (*Jaddoa, 1995*). Potassium fertilizer was added (60 kg/ha) in the form of potassium sulfate (K: 41.5%) and in three batches when planting, tillering and booting (*Abu Dahi et al., 2009*). The field was covered with nets to protect birds. Crop service operations (watering and weeding) were conducted according to plant needs.

Preparation of spray solutions

Preparation of kinetin Solution: The kinetin solution was prepared according to the required concentrations by dissolving 1 g of kinetin powder in distilled water and adding 50% ethanol alcohol as an adjuvant with 3-5 drops of HCl and at 50°C for 15 minutes. After dissolving, the volume was completed to one liter to give a solution of 1000 mg/L. Then after, 150 ml/L was prepared by taking 150 mL of the original solution (1000 mg/L) and the volume completed to 1 liter of distilled water. To prepare 75 mg/L, 75 ml of the original solution was taken and completed to 1 liter of distilled water.

Preparation of licorice extract: The water extraction method was used, weighing 15 g of licorice roots after drying and grinding well and put in 1 ml of hot water 90–100°C for 3 hours. Then filtered with filter paper and the leachate containing active ingredients was collected and put in a darkened beaker with tightly sealed. The solutions were sprayed in the early morning using the dorsal spray and the use of Zahi material to break the surface tension of the selected stages in the study according to the method of (*Zadoks et al., 1974*).

The characteristics studied

Plant height (cm). Measured as an average for the height of ten plants randomly selected from the guarded lines and the main stems from the surface level of the soil until the spike of the main stem.

Area of flag leaf (cm^2). According to method described by Thomas, (1975), the area of flag leaf was calculated from the mean of 10 major stem cells randomly

selected from each experimental unit through the following equation:

Area of flag leaf = length of flag leaf × × width at midpoint × 0.95

Chlorophyll index (SPAD). Chlorophyll index **was** measured at field as five flag leaves using SPAD-502 device. After the arrival of plants to full maturity, they were harvested on 25 April 2018 and the area of 50×50 dimensions of each experimental unit has been determined, and after the plant extraction (from the roots) of the mentioned area, 10 plants were randomly taken to calculate:

Spike length (cm). The spike length is the length of the part of the base of the spike to the end of the spike.

Total number of tillers. It was calculated from the harvested area of 25 cm^2 per experimental unit at harvest and then converted to square meter (m^2).

Statistical analysis. The data were analyzed by using the least significant difference (LSD) to compare the averages of the treatments at a significant level of 5% using the Genestat program (*Steel and Torrie, 1980*).

Results and discussion

Plant height. The results of *Table 1* showed a significant difference in the spraying stages of the different treatments and the interaction between them in the average height of the plant. The sprayed plants at the stage of tillering gave the highest mean height of 97.39 cm which did not differ significantly from the spraying in the booting stage which recorded a height of 96.49 cm, additionally. The results of Table 1 showed that C3 was superior by giving the highest plant height of 100.98 cm with an increase of 13.32% compared with the comparison treatment which gave the lowest height of 89.11 cm. While same table showed that the highest height of the plant was in C3 at the tillering stage at 101.87 cm with an increase of 16.02% compared to the comparison treatment, which reached a height of 87.80 cm. The increase in plant height when treated with kinetin and licorice extract may be due to their physiological role in the plant. Kinetin has an important role in activating absorption and transfer processes of mineral elements and increasing nucleic acids, thus providing the necessary materials for cell division (*Delloloio et al, 2007*). Licorice extract is considered as important factor in stimulating the growth due to the content of mevalonic acid which starts the synthesis of gibberellin, and has same behavior of gibberellin in its physiological effect by increasing vegetative growth (*Saleh et al.,2013*). These results are consistent with *Hussein (2015)* who revealed that spraying with kinetin and licorice extract resulted in a significant increase in plant height.

Chlorophyll index in leaves (SPAD):

The results of *Table.2* showed significant differences of the different stages and treatments in the average of chlorophyll index (SPAD) in leaves. The plants treated at the tillering stage gave the highest rate of the chlorophyll index with mean of 52.66 SPAD units compared to the treatment at the stage of Anthesis, which gave the lowest chlorophyll index of 51.08 SPAD units. This increase in spraying at the tillering stage may be attributed to the role of kinetin in inhibiting some chlorophyll enzymes (*Idris, 2007*). These results are consistent with *Hussein (2015)* who indicated a significant increase in leaf content of chlorophyll when spraying at the tillering stage.

The results of *Table 2* revealed that the highest increase in the average of chlorophyll index was in the treatment of C3 with value of 53.83 SPAD units with an increase of 9.01% compared to the comparison treatment which gave 49.38 SPAD units while C1 did not significantly differ from C2 chlorophyll index. The increase in chlorophyll in leaves may be due to the effect of spray treatments on the role of kinetin in the formation and retention of chlorophyll by its ability to withdraw nutrients from the soil to the developing peaks and leaves as well as increase the carbon fixation, which increases the formation of the required carbonate structures for the construction of chlorophyll (*Al Sabbagh, 2016); (Brault and Maldiney, 1999*). Furthermore, the importance of licorice extract due to its containment of carbohydrates and mineral elements, and the most important of which is magnesium, that increases the content of leaves chlorophyll (*Grieve, 1995*). These results are consistent with (*Ibrahim et al., 2009) and (al-Hadithi, 2008)* who noted that the significant increase in the content of leaves chlorophyll when spraying cytokinin and spraying with licorice extract on wheat plant. *Table 2* indicated that there was no significant interaction between the different stages and the different spraying parameters. Although there were no significant differences, it was observed

Table 1. Effect of spray stages and different concentrations of kinetin and the licorice extract on the average plant height (cm)

Stages of spraying	Spraying treatment					Averages
	C0	C1	**C2**	C3	**C4**	
S1 (Tillering stage)	87.80	99.27	100.77	101.87	97.27	97.39
S2 (Booting stage)	89.07	99.07	99.97	100.87	92.97	96.39
S3 (Anthesis)	90.47	97.90	97.67	100.20	91.57	95.56
$L.S.D_{0.05}$	2.86					
Average	89.11	98.74	99.47	100.98	93.93	
$L.S.D_{0.05}$	1.65					

Table 2. Effect of spray stages and different concentrations of kinetin and the licorice extract on the chlorophyll index (SPAD) in wheat plant leaves

Stages of spraying	Spraying treatment					Averages
	C0	C1	**C2**	C3	**C4**	
S1 (Tillering stage)	50.19	53.70	52.27	55.92	51.24	52.66
S2 (Booting stage)	48.73	51.77	51.93	52.98	50.15	51.11
S3 (Anthesis)	49.22	52.23	51.21	52.61	49.77	51.08
$L.S.D_{0.05}$	N.S					0.84
Average	49.38	52.56	51.80	53.83	50.38	
$L.S.D_{0.05}$	1.09					

that the C3 at the stage of tillering recorded the highest average chlorophyll index which was 55.92 SPAD units with an increase of 11.41% compared to the comparison treatment for the same stage where the chlorophyll index was 50.19 SPAD units.

Area of flag leaf (cm^2). *Table. 3* showed the significant effect of the various stages and treatments of spray and the interaction between them on the area of the flag leaf. The spraying treatment C3 at S1 stage was superior by giving the highest average area of flag leaf with recorded mean of 57.85 cm^2 compared to the spray treatment at the anthesis stage that gave 53.42 cm^2. Moreover, significant differences in the average area of the flag leaf were noted where C3 gave the highest average (63.47 cm^2) with an increase of 48.22% compared to C0 that gave the lowest average area of the flag leaf (42.82 cm^2). This result is consistent with *Mohammed (2013*), who showed that spraying wheat plants with kinetin resulted in a significant increase in flag leaf area. As shown in *Table 3* there were significant differences between the different spraying stages and the different spray concentrations whereas C3 at stage S1 gave the highest average of flag leaf (67.67 cm^2) with an increase ratio of 66.30% compared with C0 (sprayed with distilled water). The increase in the average area of the flag leaf was due to the role of kinetin and licorice extract because both of them were at the same spraying stage.

The results of *Table. 4* indicated that there were significant differences between the spraying stages and different concentrations as well as the interaction between them in the average number of tillers. The spraying treatment at S1 gave the highest mean of tillers (482.68 tillers per m^2) compared to the spray treatment at stage S3, which gave the lowest average number of tillers (422.94 tillers per m^2) with an increase of 14.12%, because the stage of tillering is the most important stage in the growth stages of wheat for its direct reflection on the number of tillers. The results of Table 4 indicated that the C3 gave the highest mean number of tillers (549.36) with an increase of 81.64% compared to C0 while C1 and C2 did not differ significantly in the effect on this trait, and recorded means of 462.00 and 444.73 tillers per m^2 respectively. The reason for the increase in the total number of tillers when spraying on kinetin may be due to its role in stimulating cell differentiation, specialization, and work to liberate the tillers from the inhibition resulting from the apical dominance, which increases their number (*Ma and Smith, 1991; Shakibara et*

Table 3. Effect of spray stages and different concentrations of kinetin and the licorice extract on the average area of the flag leaf (cm^2)

Stages of spraying	Spraying treatment					Averages
	C0	C1	**C2**	C3	**C4**	
S1 (Tillering stage)	40.69	60.81	60.44	67.67	59.61	57.85
S2 (Booting stage)	45.74	59.22	56.64	62.81	56.49	56.05
S3 (Anthesis)	42.03	55.04	55.52	60.55	53.96	53.42
$L.S.D_{0.05}$	2.69					1.20
Average	42.82	58.36	57.53	63.47	56.69	
$L.S.D_{0.05}$	1.55					

Table 4. Effect of spray stages and different concentrations of kinetin and the licorice extract on the average number of total tillers (tillers per m^2)

Stages of spraying	Spraying treatment					Averages
	C0	C1	C2	C3	C4	
S1 (Tillering stage)	326.70	507.30	508.00	590.70	480.70	482.68
S2 (Booting stage)	257.30	417.30	445.30	566.70	450.70	427.46
S3 (Anthesis)	323.30	409.30	432.70	490.70	360.00	422.94
$L.S.D_{0.05}$	66.39					29.69
Average	302.43	444.63	462.00	549.36	430.46	
$L.S.D_{0.05}$	38.33					

Table 5. Effect of spray stages and different concentrations of kinetin and the licorice extract on the average spike length (cm)

Stages of spraying	Spraying treatment					Averages
	C0	C1	C2	C3	C4	
S1 (Tillering stage)	11.49	12.44	12.45	13.14	12.30	482.68
S2 (Booting stage)	10.63	12.42	12.58	12.97	12.30	427.46
S3 (Anthesis)	11.13	12.13	12.42	12.33	12.08	422.94
$L.S.D_{0.05}$	N.S					N.S
Average	11.08	12.77	12.48	12.81	11.97	
$L.S.D_{0.05}$	0.69					

al, 2006). However, the significant increase in the number of tillers in C3 at the tillering stage (S1), 590.70 tillers per m^2 with an increase rate of 80.80% compared with C0 (treated with distilled water) for the same stage, which gave 326.70 tillers per m^2. The increase in the number of tillers after spraying kinetin and licorice extract together at the early stage of plant growth may be due to improved vegetative growth traits and, thus, increased cell elongation, reflecting a positive increase in the number of tillers.

Spike length. *Table 5* Showed that there were insignificant differences in the different spray stage also showed that there were significant differences in the different spray treatments, C3 (kinetin 150 mg/L + licorice extract 150 mg/L) was superior with a mean length of 12.81 cm with an increase of 12.63% compared with C0 which gave the lowest length of spike (11.08 cm). The increase in spike length after spraying the kinetin and licorice extract may be attributed to their significant effect on plant height (*Table 1)*, thus, increasing the efficiency of the sun's rays and thereby optimizing photosynthesis as well as increasing the products of this process and their reflection on the spike length. The obtained result was in agreement with *Al- Baldawi et al. (2017)* who found that the use of growth regulators or plant extracts reflected positively on the characteristics of growth, including the length of spike. The result of *Table 5* showed insignificant differences between the spray stages and the treatments under study in the length of the spike trait. Although there were insignificant differences, C3 (kinetin 150 mg/L + root extract 150 mg/L at S1 stage gave the highest mean length of a spike of 13.14 cm while C0 gave the lowest mean of 10.63 cm.

In conclusion, this study indicated a preference for spraying kinetin and licorice extract together with high concentrations, and in order to obtain an increase in the vegetative growth, it was recommended to spray at the tillering stage.

References

1. Abu Dahi Y. M., Risan Karim Shati and Faisal Mahbes Taher.2009 . Effect of paper feeding with iron, zinc and potassium elements in grain yield and protein content of bread mixture. Journal of Iraqi Agricultural Science. 40 (4): 27-37.
2. Al-Baldawi M. H. K.; H. K. M A. Al - Haidari and J. H. Hamza.2017. Effect of seed activation on growth and yield and its components for three varieties of bread wheat. Journal of Iraqi Agriculture Research (Special Issue). Volume 22 Number 10. pp. 1010-115.
3. Al Sabbagh, T. M. H. B. 2016. Effect of spraying kinetin and boron on growth and yield of cattle (Vigna redita L.). Master Thesis. Department of Field Crops. faculty of Agriculture. Baghdad University. PP. 123.
4. Asaduzzaman Karim, F., Ullah J. and Hassanuzzaman M. 2010. Response of wheat (Triticum aestivium L.) to kinetin and irrigation management. American – Eurasian. J.Sci.Res., 5(2):44 – 47.
5. Brault M. and R. Maldiney .1999. Mechanisms of cytokinin action. Plant physiol. Biochem. 37:403 -41.
6. Delloloio, R.F.S. Linhares, E.Scacchi, E. Casamitjana-Martinez ,R. Heidstra, P.Cost-antino, and S.Sabatini. 2007. Cytokinin determine Arabidopsis root- meristem size by controling cell differentiation. J. of Current Biology.V . 17(8) pp: 678-682.
7. Jaddoa K. A. 1995. Wheat Facts and Guidelines. Publications of the Ministry of Agriculture. General Authority for Extension and Agricultural Cooperation. P. 487.
8. Grieve M. 1995. Licorice. www. Botanical.com. Modern Herbal Home Page,Electric Net.
9. al-Hadithi M. A. H. 2008. Effect of concentration and number of spray of some growth regulators and licorice extract on growth, yield and components of wheat plant Triticum aestivum L. Master Thesis. Life Sciences / Plant. Second Education College (Ibn Al Haytham). Baghdad University. PP:164.
10. Hussein, H. T. 2015. Effect of Some Growth Regulators and Plant Extracts and their Spraying Periods in the Duration and Equation of Grain Filling and Grain Extract of Triticum aestivum L. PhD thesis. Faculty of Agriculture, University of Baghdad. PP. 223.
11. Hussein, W. A. 2002. Effect of garlic extract, licorice roots and urea in the vegetative, syphilis, yield and specific qualities of cucumber plant. Master Thesis. faculty of Agriculture. University of Baghdad. PP: 122.
12. Ibrahim M. E., M. A. Bekheta, A. EL Moursi and N. A. Gaafar . 2009 . Improvement of growth and seed yield quality of (Triticum aestivum L.) plants as Affected by application plant growth regulators .J. of Basic and Appl.Sci.1(4):657 -666.
13. Idris, M. H.. 2007. Plant physiology. Encyclopedia of the plant. Suzan Mubarak Science Center. Arab Republic of Egypt: 264 p. www.smsec.com.
14. Ma B.L., Smith D.L. 1991. Apical development of spring barley in relation to Chloromequat and Ethephon .Agron .J.83:270 -274.

15. Mohammed, H. H. 2013. The productivity and quality of the bread wheat with the characteristics of the flag leaf under the moisture and quintin. Journal of Iraqi Agricultural Sciences. 44 (2): 206-219.
16. Nasrullah, A. Y.; A. H. H.al- Halfi ;H. M. K. Al-Abboudi ;and H. M. H. AL- Hadithi. 2011. Effect of some plant extracts and vitamin C in the extract and its components to the bread mixture. Journal of Iraqi Agriculture Research (Special Issue) Volume: 16 Issue 6. PP:506-515.
17. Sadeq Q. S., I. M. G. AL Barzanji, S. H. Faraj and H.B. Dawood . 2002 . Effect of fogging with powdered leaves of some plants in the characteristics of the tubers of potatoes dizri variety, damage and loss of weight and specifications of the quality of tubers. Journal of Iraqi Agricultural Sciences. 34 (5) : 69-81.
18. Saif al-Din, M. H. Q. 2016. Effects of spraying of kinetin on some morphological characteristics of growing wheat under saline conditions. Master Thesis. Faculty of Natural Sciences and Life – University of the brothers Mentori Constantine – Algeria. PP:131.
19. Shakibara A. R., Fatkhut dinova. D. R., Bezrukova M. V. and Shakirova F. M. 2006. Kinetin prevents the damaging action of stress factors on wheat plant. Bulg. J Plant physio., Speical Issue: 314–319.
20. Sakri, F. A. Shireen, A.A. 2009. The response of tow cultivars Triticum spp. To cytokinin and water stress treatments and their interaction. J. of Zankoy Sulamani. 12(1) part A : (51-58).
21. Saleh, K. M. Abbas H. A. and Hawass H. J. 2013. Steroids (growth of environmentally friendly plants). Journal of the University of Nahrain. Volume (16) Number (4): 19-35.
22. Statistic of Agricultural Economics Research Department. 2016. Statistical Bulletin of Agricultural Crops Data (Second Issue). Department of Agricultural Research. PP. 474.
23. Steel, R. G. D and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd Ed . Mc. Graw Hill Book Co., Inc. New York. pp : 481.
24. Safi S. M.A. and A. J.A. AL-Faid. 2018. effect of spraying kinetin and licorice root extraction wheat yield and its components . Int. J. Agricult. Stat. Sci. Vol. 14, Supplement 1, pp. 271-277.
25. Taiz L., Zeiger E . 2010. Plant physiology fifth Edition Sinauer Assotiates , Inc .,Publishers sunderland, Massachusetts. PP: 778.
26. Thomas, H.1975.The growth response to weather of simulator vegetation swardsof a singl genotype of lolium perenne. J.Agric .Sci. Camb 84:333–343.
27. Zadoks J.C., T.T. Change and C.F. Knozak.1974.Adecimal code for growth stages of cereals .Weed Res.14:415–421.

Аммар Ж. Аль–Фаяд[1], Сухад Мадкур. А. Сафи[2]

[1]Администрация города Багдада,
[2]Багдадский университет
naghamalazawi@yahoo.com

ВОЗДЕЙСТВИЕ КИНЕТИНА И ЭКСТРАКТА СОЛОДКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ПШЕНИЦЫ

Исследования проводились на полях Департамента полевых культур Колледжа сельскохозяйственных инженерных наук Багдадского университета (р–он Аль–Джадрия, Багдад, Ирак) в 2017–2018 гг. Цель работы заключалась в изучении действия регуляторов роста в зависимости от стадии развития растений, а также влияния концентраций кинетина и экстракта корня солодки на рост пшеницы. Экспериментальные исследования проводились в трёхфакторном полевом опыте. В схеме опытов по первому фактору изучалось влияние стадии развития растений пшеницы при проведении опрыскиваний: кущение (S1), выход в трубку (S2), цветение (S3). Во втором факторе рассматривалось влияние концентраций регуляторов роста: С0 – контроль (опрыскивание водой), С1 – 150 мг/л кинетина, С2 –150 мг/л экстракта корня солодки, С3 – 150 мг/л кинетина + 150 мг/л экстракта корня солодки, С4 – 75 мг/л кинетина + 75 мг/л корня солодки. Согласно полученным результатам, большинство изучаемых показателей имели наибольшие средние значения при опрыскивании растений пшеницы в фазу кущения, а именно: высота растений – 97,39 см, индекс содержания хлорофилла – 52,66, площадь флагового листа – 57,85 см^2 и количество побегов – 482,68 шт./м^2. Из всех дозировок лучшим оказался вариант с обработкой посевов 150 мг/л кинетина + 150 мг/л экстракта корня солодки, где были получены максимальные средние показатели высоты растений (100,98 см), индекс содержания хлорофилла (53,83), площадь флагового листа (63,47 см^2) и количество побегов (549,36 шт./м^2). Результаты, полученные при опрыскивании растений раствором 150 мг/л кинетина + 150 мг/л экстракта корня солодки в фазу кущения превосходили все остальные варианты и имели следующие значения: высота растений – 101,87 см, индекс содержания хлорофилла – 55,92, площадь флагового листа – 67,67 см^2, количество побегов – 590,7 шт./м^2.

Ключевые слова: кинетин, экстракт солодки, пшеница, высота растений.

Морфометрическая характеристика желудка у японских перепелов

УДК 591.4
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-47-51

С. Б. Селезнев[1], Драму Форомо[1], Г .А. Ветошкина[2]
[1]Российский университет дружбы народов,
[2]МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина,
seleznev1961@mail.ru

Познание морфологических особенностей пищеварительной системы перепелов дает возможность целенаправленного влияния на их развитие, используя разведение и селекцию в нужном направлении. Целью исследования являлась морфометрическая оценка желудка японских перепелов и разработка на основе полученных данных его линейного индекса, отражающего процессы формирования желудка и позволяющего выявить взаимосвязь между его внешним обликом и структурными элементами, определяющими его внутреннюю архитектонику. В результате исследования установлено, что для желудка японских перепелов, состоящего из двух камер (железистого и мышечного), характерна определенная возрастная стадийность формирования. До 30-суточного возраста наиболее интенсивно растет железистый отдел желудка, а мышечный отдел формируется и достигает окончательного развития только к 90-суточному возрасту, что подтверждается динамикой морфометрических показателей. Что же касается линейного индекса желудка, то в период вылупления у японских перепелов он имеет максимальное значение (24%) и свидетельствует о способности пищеварительной системы к полноценной функциональной нагрузке. К моменту полового созревания данный показатель значительно снижается до 15,3%, но к моменту яйцекладки вновь увеличивается до 21,2%. Полученные результаты необходимо учитывать при составлении рациона кормления домашней птицы для получения максимальной яичной продуктивности.

Ключевые слова: перепелки, анатомия, морфометрия, желудок, железистый отдел желудка, мышечный отдел желудка, линейный индекс желудка

Введение

Перепеловодство является высокопроизводительной отраслью птицеводства, которая развивается стремительными темпами. Интенсивное использование организма перепелок — основа технологии отрасли. Технологический прием по выращиванию птицы может быть обречен на неудачу, если он противоречит структурно-функциональным нормам птицы и нарушает ее гомеостаз [1, 5]. Перепела обладают высокой яичной продуктивностью, но их морфологические особенности изучены недостаточно. Поэтому исследования, направленные на выяснение морфологических связей различных систем организма перепелов, а именно пищеварительной системы представляет научно-практический интерес. В решении данной проблемы важно обратить внимание на возрастную морфологию, которая раскрывает онтогенетические процессы развития, благодаря ей, можно обнаружить наиболее важные периоды становления систем организма, что обеспечивает повышение яичной продуктивности перепелов [4, 8].

Желудок у птиц является центральным органом пищеварения, где происходит наиболее интенсивное переваривание корма [7]. Адекватное развитие желудка напрямую влияет на рост и продуктивность любого живого организма, в частности, японского перепела. Изучение особенностей роста и развития данного органа является ключом к пониманию механизмов влияния на организм в постэмбриональном онтогенезе.

Материал и методы исследования

Исследование выполнялось в экспериментальной научно-исследовательской лаборатории и виварии Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов в период с 2019 по 2022 гг. Объектом исследований являлись японские перепела эстонской породы в определенные этапы постэмбрионального онтогенеза: неонатальный (суточные), ювенальный (30-дневные), полового созревания (60-дневные) и морфофункциональной зрелости (90- и 240-дневные). Каждый из данных этапов характеризуется определенными особенностями и имеет различную продолжительность у перепелов, поэтому с целью повышения объективности результатов исследования материал брали в середине определенного этапа постэмбрионального онтогенеза в количестве 3–5 экземпляров каждой возрастной группы. Условия содержания и кормления японских перепелов соответствовали зоотехническим нормам, предъявляемым к данному виду птицы в условиях промышленного разведения.

Материалом исследований служил желудок, полученный от клинически здоровых японских перепелов, который изучался при помощи макро- и микро-препарирования, морфометрии и биометрического анализа изучаемых структур. Отпрепарированный желудок перепелок взвешивали на электронных весах для определения абсолютной массы в граммах. Далее вычисляли

Табл. 1. Динамика роста массы тела и индекса массивности у японских перепелов

Возраст птицы, сут.	*n*	Масса тела перепелов, г *M±m*	Длина туловища, см *M±m*	Индекс массивности, %
1	3	8,03 ±0,06	3,33±0,15	2,41
30	5	171,41±1,18	6,45±0,14	26,57
60	5	186,68±1,81	7,77±0,08	24,02
90	5	211,25±1,49	8,58±0,05	24,62
240	3	215,22±3,56	8,80±0,08	24,00

Табл. 2. Возрастная динамика длины мышечного и железистого отделов желудка у японских перепелов

Возраст птицы, сут.	*n*	Общая длина, мм	В том числе отделы, мм (M±m)	
			железистый желудок	мышечный желудок
1	3	18,42±0,02	06,02±0,02	12,4±0,01
30	5	35,26±0,05	13,63±0,05	21,63±0,04
60	5	39,61±0,02	14,21±0,03	25,4±0,02
90	5	45,70±0,02	16,63±0,02	29,07±0,03
240	3	42,13±0,05	16,08±0,04	26,05±0,06

относительную массу для органа в процентах от общей массы птицы. Морфометрические показатели желудка (длина, ширина) определяли при помощи штангенциркуля в миллиметрах и на их основе рассчитывали линейный индекс желудка птицы. Биометрический анализ цифрового материала проводили с использованием обновленных методов пакета вариационного анализа данных Microsoft Excel 2010.

Результаты исследования и их обсуждение

Желудок у японских перепелов состоит из двух частей: железистой (pars glandularis), где вырабатываются пищеварительные ферменты, и мышечной (pars muscularis) — где происходит механическая обработка пищи. Он располагается в переднем отделе левой половины грудобрюшной полости тела птицы. Железистый отдел имеет грушевидную форму серо-розового цвета, а мышечный отдел желудка по форме напоминает диск с толстыми стенками темно-красного цвета. Результаты, полученные в ходе нашего исследования, приведены в *табл. 1, 2*.

Анализируя *табл. 1*, мы в целом замечаем постепенное изменение массы тела японских перепелов, длины туловища и индекса массы в сторону увеличения. Масса тела японских перепелов увеличилась в 21,3 раза с первого дня жизни по 30-й день с 8,03 ±0,06г до 171,41±1,18г. С 30-го по 60-й день увеличение массы тела составило 15,3 раза. Масса тела японских перепелов увеличилась за период от 60 до 90 дней только в 1,1 раза. Что же касается периода от 90 до 240 дней, то ее увеличение было минимальным с 211,25±1,49г по 215,22±3,56г. В конечном итоге общий прирост веса с 1 по 240-й день составил 207,2 г, что в среднем составляет 0,86 г в день, но наиболее интенсивно масса тела увеличивается в первый месяц японского перепела, что необходимо учитывать при составлении рациона кормления *(рис. 1)*.

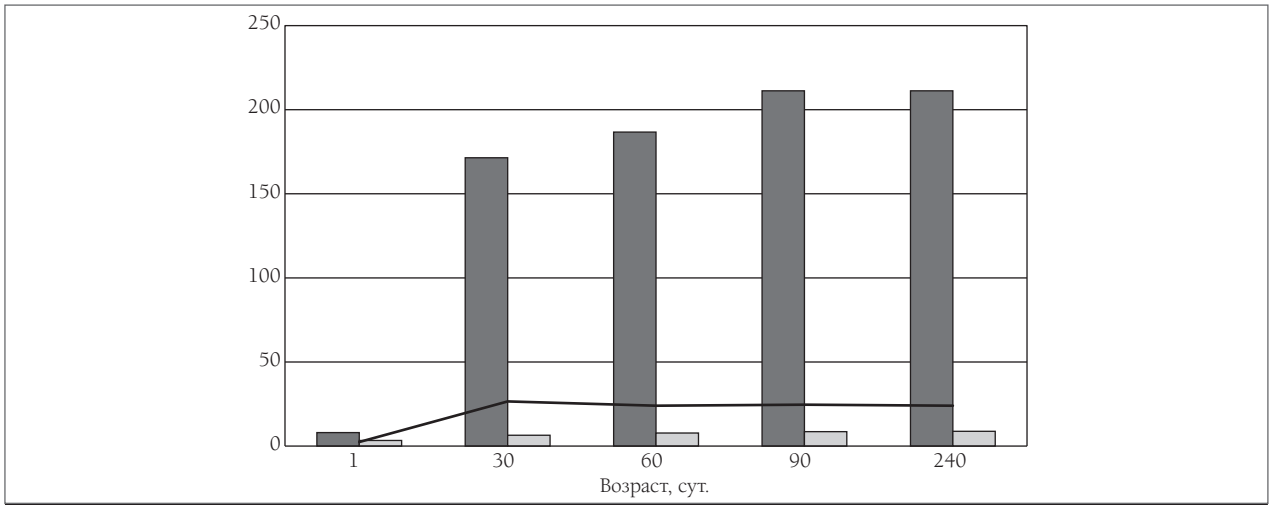


Рис 1. Динамика роста массы тела(г, ■), длины туловища (см, □) и индекса массивности у японских перепелов (%, сплошная линия)

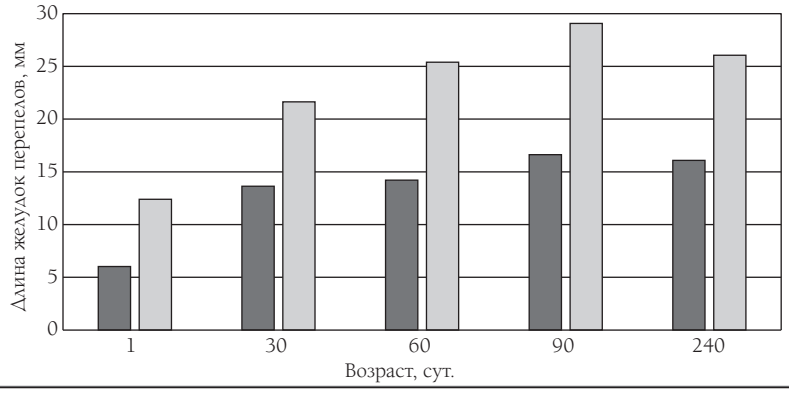


Рис 2. Возрастная динамика длины мышечного (□) и железистого (■) отделов желудка у японских перепелов

Аналогичную динамику имеет длина туловища. Она максимально увеличивается в 1,9 раза в период от одного до 30-ти дневного возраста и составляет 6,45±0,14 см. Таким образом, общая длина туловища за исследованный период увеличилась на 5,47 см, что составляет ежедневное увеличение на 0,02 см.

Согласно данным *табл. 2* общая длина желудка у всех исследованных перепелов увеличилась в 2,3 раза с первого дня до 30-го дня жизни (35,26±0,05 мм). К 60-му дню данный показатель увеличился на 4,35 мм до 39,61±0,02 мм. Эта динамика наблюдалась до 240-дневного возраста и составила 42,13±0,05 мм. Таким образом, общая длина желудка за исследованный период увеличилась на 23,7 мм, что составляет ежедневное увеличение на 0,1 мм.

Длина железистого желудка постепенно увеличивалась с первого по 90-й день с 06,02 мм до 16,63 мм, что на 10,61 мм эквивалентно длине в 2,8 раза к 1-му дню. Суточное увеличение за этот период составляет 0,11 мм. Это увеличение очень велико с 1 по 30-й день (7,61 мм), что в 2,36 раза больше длины в первый день *(рис. 2)*.

Железистый желудок уменьшился в длину на 0,55 мм с 90-го по 240-й день. Каждый день этого периода наблюдалось уменьшение на 0,003 мм, хотя и очень незначительное, но это следует отметить.

На уровне мышечного желудка длина развивалась в той же тенденции, что и на уровне железистого желудка, но в разных пропорциях. Таким образом, с первого по тридцатый день прогресс составил 9,23 мм, что в 1,7 раза больше. С 30-го по 60-й день увеличение было очень незначительным на 0,14 мм, а затем увеличилось до 7,29 мм с 60-го по 90-й день. Таким образом, мышечный отдел желудка увеличился в длину в 2,3 раза с первого по 90-й день на 16,40 мм *(рис. 2)*. Полученные результаты согласуются с данными А. А. Кретова (2018) и свидетельствуют о том, что наиболее интенсивно желудок растет в первый месяц жизни перепелов, особенно его мышечный отдел.

Согласно данным *табл. 3* общая ширина желудка у всех исследованных перепелов увеличилась в 2,2 раза с первого дня до 30-го дня жизни (24,48±0,23 мм). К 60-му дню данный показатель увеличился на 2,1 мм до 26,58±0,26 мм. Эта динамика наблюдалась до 240-дневного возраста и составила 31,3±0,17. Таким образом, общая ширина желудка за исследованный период увеличилась на 20,02 мм, что составляет ежедневное увеличение на 0,08мм. Ширина железистого желудка постепенно увеличивалась с первого по 90-й день с 3,08 мм до 8,41 мм, что на 5,33 мм эквивалентно длине в 2,7 раза к 1-му дню. Суточное увеличение за этот период составляет 0,06 мм. Это увеличение очень велико с 1 по 30-й день (3 мм), что в 0,9 раза больше длины в первый день *(рис. 3)*. На уровне мышечного желудка ширина развивалась в той же тенденции, что и на уровне железистого желудка, но в разных пропорциях. Таким образом, с первого по тридцатый день прогресс составил 10,44 мм, что в 2,2 раза больше. С 30-го по 60-й день увеличение было очень незначительным на 1,83 мм, а затем увеличилось до 21,32 мм с 60-го по 90-й день. Таким образом, мышечный отдел желудка увеличился в ширину в 2,4 раза с первого по 90-й день на 13,1 мм.

Табл. 3. Возрастная динамика ширины мышечного и железистого отделов желудка у японских перепелов

Возраст птицы, сут.	*n*	Общая ширина, мм	В том числе отделы, мм (M±m)	
			железистый желудок	мышечный желудок
1	3	11,28±0,17	3,08±0,22	8,20±0,10
30	5	24,48±0,23	6,08±0,23	18,34±0,22
60	5	26,58±0,26	6,41±0,38	20,17±0,14
90	5	29,73±0,19	8,41±0,07	21,32±0,31
240	3	31,3±0,17	8,49±0,17	22,40±0,17

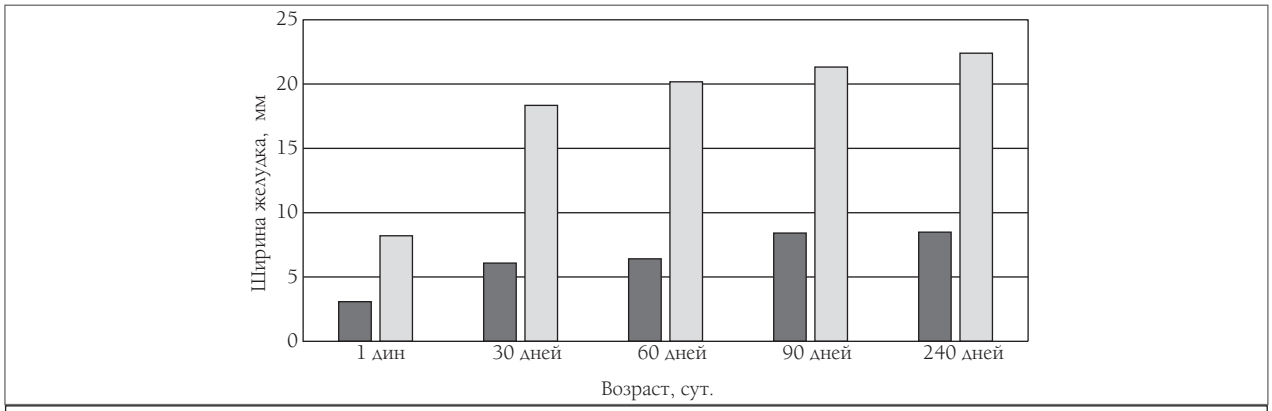


Рис 3. Возрастная динамика длины мышечного (□) и железистого (■) отделов желудка у японских перепелов

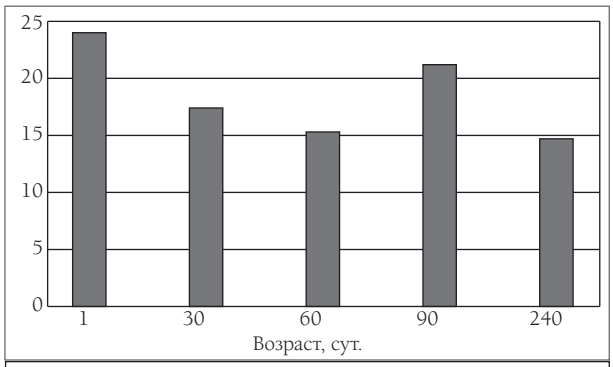


Рис 4. Динамика линейного индекса сердца японских перепелок в изучаемые периоды

Для характеристики возрастных процессов формирования желудка у японских перепелок мы предлагаем рассчитывать линейный индекс желудка (Ис, %), учитывающий общую длину (Дл, мм) и общую высоту (Вс, мм) желудка:

$$И_с = (Дл - Вс)/(Дл + Вс)\cdot 100.$$

Как показали наши исследования, максимальный линейный индекс желудка японских перепелов отмечается в суточном возрасте и составляет 24%. Наиболее значительно он изменяется в первый месяц жизни перепелки и к 30-суточному возрасту составляет только 17,4%, то есть уменьшается почти в 1,4 раза *(рис. 4)*. К концу ювенального периода, то есть к 60-суточному возрасту, темпы роста замедлились и линейный индекс желудка японских перепелов равнялся только15,3%, то есть уменьшился почти в 1,1 раза. Далее данный показатель линейного роста желудочка снова увеличился и к началу яйцекладки перепелки составил у 90-суточных перепелок 21,2%. В дальнейшем линейный индекс желудочка японских перепелов уменьшился и к 240-суточному возрасту составил только 14,7% *(рис. 4)*.

Как показали наши исследования, к моменту вылупления у суточных японских перепелов наиболее интенсивно развит желудок, о чем свидетельствует максимальный его линейный индекс (24%), который к моменту полового созревания значительно снижается до 15,3%, но к моменту яйцекладки вновь увеличивается до 21,2% *(см. рис. 4)*.

Выводы

Таким образом, желудок у японских перепелов является высокоспециализированным органом и состоит из двух самостоятельных кто амер (железистой и мышечной), для которых характерна определенная возрастная стадийность развития. До 30-суточного возраста наиболее интенсивно растет железистый отдел желудка, а мышечный отдел формируется и достигает окончательного развития только к 90-суточному возрасту, что необходимо учитывать при составлении рациона кормления домашней птицы.

Литература

1. Бессарабов Б.Ф. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птицы. – Спб: Лань, 2005. – 352 с.
2. Зайцева Е.В. Периодичность в постнатальном развитии организма и строения сердца кур кросса Хайсекс Браун / Зайцева Е.В., Крикливый Н.Н., – Брянск: Ладомир: 2009. – 116 с.
3. Задорожная Л.А. Перепеловодство. – М.: АСТ, 2005. – 93 с.
4. Кретов А.А. Морфогенез органов пищеводно-желудочного отдела перепела японского (Coturnix Coturnix japonica) в условиях интенсивного использования // Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова. – 2018. – Том 16, №2. – С. 28-33.
5. Пигарева М.Д. Перепеловодство. – М.: Росагропром, 1989. – 334 с.
6. Селезнев С.Б., Гусев Д.А., Ветошкина Г.А. Особенности топографии сердца у японских перепелов // Научно-теоретический журнал «Морфология», том 155, № 2, Санкт-Петербург, «Эскулап», 2019 – С. 253.
7. Слесаренко Н. А., Ветошкина Г.А., Селезнев С.Б. Анатомия и гистология птицы. – Москва: ООО «АртСервис ЛТД», 2015. – 138 с.

8. Фисинин В.И. Новые научные и практические подходы в развитии мирового и отечественного птицеводства // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве. – Спб.: МГК, 2004. – С.6-11.
9. Шевырина С.В. Возрастные особенности желудка японских перепелов: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Саранск, 2010. – 18 с.

References

1. Bessarabov B. F. Poultry farming and technology of production of eggs and poultry meat. – St. Petersburg: LAN', 2005. – P. 352.
2. Zaitseva E.V. Periodicity in the postnatal development of the organism and the structure of the heart of chickens of the Hisex Brown cross / Zaitseva E.V., Kriklyvyy N.N., – Bryansk: Ladomir: 2009.- 116 p.
3. Zadorozhnaya L.A. Quail breeding. – M.: AST, 2005. – 93 p.
4. Kretov A.A. Morphogenesis of the organs of the esophagogastric region of the Japanese quail (Coturnix Coturnix japonica) under conditions of intensive use. Morphological Almanac named after V.G. Koveshnikov. – 2018. – Volume 16, No. 2. – S. 28-33.
5. Pigareva M.D. Quail breeding. – M.: Rosagroprom, 1989. – 334 p.6. Seleznev S. B., Gusev D. A., Vetoshkina G. A. Features of the topography of the heart in Japanese quails / / Scientific and Theoretical Journal "Morphology", volume 155, No. 2, St. Petersburg," Aesculapius", 2019. – P.253.
7. Slesarenko N. A., Vetoshkina G. A., Seleznev S. B. Anatomy and histology of poultry. – Moscow: LLC "Artservice LTD", 2015. – 138 p.
8. Fisinin V. I. New scientific and practical approaches in the development of world and domestic poultry farming // Modern veterinary protection in industrial poultry farming. – St. Petersburg: MGK, 2004. – p. 6-11.
9. Shevyrina S.V. Age features of the stomach of Japanese quail: Abstract of the thesis. dis. cand. biol. Sciences. – Saransk, 2010. – 18 p.

S. B. Seleznev[1], Foromov Dramou[1], G. A. Vetoshkina[2]

[1]Peoples' Friendship University of Russia,
[2]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I.Skryabin
seleznev1961@mail.ru

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE STOMACH IN JAPANESE QUAILS

Knowledge of the morphological features of the quail digestive system makes it possible to purposefully influence their development, using breeding and selection in the right direction. The aim of the study was a morphometric assessment of the stomach of Japanese quails and the development of its linear index based on the data obtained, which reflects the processes of formation of the stomach and makes it possible to identify the relationship between its external appearance and structural elements that determine its internal architectonics. As a result of the study, it was found that the stomach of Japanese quail, consisting of two chambers (glandular and muscular), is characterized by a certain age–related staging of formation. Until the age of 30 days, the glandular section of the stomach grows most intensively, and the muscular section is formed and reaches its final development only by the age of 90 days, which is confirmed by the dynamics of morphometric parameters. As for the linear index of the stomach, during the hatching period in Japanese quails, it has a maximum value (24%) and indicates the ability of the digestive system to a full functional load. By the time of puberty, this indicator significantly decreases to 15.3%, but by the time of oviposition it increases again to 21.2%. The results obtained must be taken into account when compiling the diet for feeding poultry in order to obtain maximum egg productivity.

Key words: quail, anatomy, morphometry, stomach, glandular part of the stomach, muscular part of the stomach, linear index of the stomach.

Оценка хирургической коррекции дегенеративного пояснично–крестцового стеноза на основе эритроцитарной составляющей у собак

УДК 636.09; 619:616/618

DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-52-56

И. Ф. Вилковыский
Российский университет дружбы народов,
vilkovyskiy–if@rudn.ru

Дегенеративный пояснично-крестцовый стеноз является частой причиной пояснично-крестцового заболевания у собак средних и крупных пород. При этом, декомпрессивная хирургия считается основной техникой для снижения компрессии конского хвоста и нервных корешков у собак с дегенеративным стенозом пояснично-крестцового отдела. Изучение динамики эритроцитарной составляющей остается основным показателем контроля над постоперационным периодом при хирургических вмешательствах у собак и заслуживают их внимательного анализа. Целью данного исследования было оценить изменения структурной характеристики эритроцитов во время послеоперационного периода. В данной статье представлена оценка изменения гематологических показателей и морфологии эритроцитов в течение послеоперационного периода. Проведение оперативного неврологического вмешательства пояснично-крестцовом отделе, при строгом соблюдении асептических и антисептических требований и точного выполнения метода хирургического доступа и приёма обеспечивает физиологическое функционирование эритроцитарного звена, не вызывая деструктивных процессов в течение постоперационного периода и представленный хирургический метод может служить основой при выполнении неврологических оперативных вмешательств.

Ключевые слова: собака, дегенеративный пояснично-крестцовый стеноз, коррекция, эритроциты, динамика.

Введение

Объективная оценка способов хирургической коррекции остается актуальной, так как большой пласт возможных осложнений, дисфункций восстановительного периода, требуют всесторонней оценки состояния животного, перенесшего многочасовую операцию и анестезиологическую нагрузку, при этом изучение динамики эритроцитарной составляющей остается основным показателем контроля над постоперационным периодом [1–3].

Дегенеративный пояснично-крестцовый стеноз вызывает компрессию нервных корешков, что приводит к различной степени поясничной или пояснично-крестцовой боли, и неврологическому дефициту [4, 5], наблюдающийся в основном, у собак крупных пород, при этом уровень распространенности увеличивается с возрастом [6–8]. Дорсальная ламинэктомия является основным хирургическим вмешательством, выполняемым у собак с целью декомпрессии конского хвоста и освобождения защемленных нервных корешков, что обеспечивает стабильность и может предотвратить последующие дегенеративные изменения, при этом дистракция восстанавливает высоту диска и открывает фораминальные отверстия, тем самым уменьшая давление на нервные ткани [4, 6].

Следует отметить, что процесс проведения хирургической коррекции дегенеративного пояснично-крестцового стеноза, восстановительные процедуры, использование стероидных и нестероидных противовоспалительных средств, объемное анестезиологическое пособие являются выраженным стрессом и влиянием на восстановление двигательных функций. В этой связи, вопрос исследования эритроцитарного звена, как объективного показателя состояния организма, не всегда в достаточной мере оценивается неврологами, хотя и является важной составляющей постоперационного периода и его прогностической составляющей.

Целью данного исследования было оценить изменения структурной характеристики эритроцитов во время послеоперационного периода.

Материал и методы исследования

Работа выполнена на основе результатов анализов 9 собак различных пород в возрасте от 6 до 9 лет с диагнозом дегенеративный пояснично-крестцовый стеноз. Диагноз устанавливали с помощью клинических рентгенографических и компьютерно-томографических методов исследования. Операции выполняли под общим обезболиванием. Хирургическое вмешательство осуществляли по методу B.P. Meij et al. (2010) [4], заключающемуся в дорсальном доступе к дужкам позвонков L7-S1, диссекции мягких тканей, рассечении дорсальной связки. Дорсальная ляминэктомия проведена посредством спиливания остистых отростков L7-S1 и части дужек позвонков (выполняли у трех собак для дорсальной декомпрессии корешков спинного мозга). Формировали каналы с помощью сверла в краниальные

суставные отростки S1 под углом 30-45 градусов, через дужки позвонков в тела позвонка S1, в которые билатерально, вводили мультиаксиальные винты. В краниальных суставных отростках L7, канал должен проходить через дужку и заканчиваться в теле позвонка, важно чтобы он не заходил в спинномозговой канал. Далее в сформированные каналы билатерально устанавливали мультиаксиальные винты. Винты соединяли с помощью балок. Затягивание гаек винтах проводили в положении физиологической тракции L7-S1. Проводили обильный лаваж стерильным изотоническим раствором и послойно ушивали рану. Исследования крови выполняли на гематологическом анализаторе PCE-90 (ERMAINC) по методу Е.Б. Бажибиной и др. (2004) [9]. Полученные результаты подвергали статистическому анализу с использованием критерия достоверности Стьюдента в программе Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате полученных данных было выяснено, что послеоперационные регенеративные сдвиги в области пояснично-крестцовых операций сопровождались функциональными сдвигами крови в пределах физиологических границ. Что диктует необходимость системного контроля уровня эритроцитов и гемоглобина в послеоперационный период. Комплекс клинических признаков, обычно состоит из каудальной поясничной или пояснично-крестцовой боли, хромоты тазовых конечностей, гиперестезии или самоповреждения пояснично-крестцовой области или тазовых конечностей, затруднений при вставании, сидении или в положении лежа, нежелание прыгать или карабкаться, волочение пальцев ног, низкое положение хвоста и недержание мочи и кала, подтверждаемое ранее проведенные исследования [4–11].

Как уже было описано [6], наиболее распространенными аномалиями, обнаруженными при компьютерной томографии, были выпячивание или протрузия диска L7-S1, фораминальный стеноз от легкой до умеренной степени, чаще двусторонний, выраженный склероз или лизис замыкательных пластинок. Общепризнано, что патологические состояния и операции на дисках и позвоночнике характеризуются умеренной и сильной степенью боли [7].

Анализ морфологических форм эритроцитов показал, что влияние послеоперационного заживления при пояснично-крестцовых операциях на функциональные сдвиги регенеративных процессов морфологии эритроцитов характеризуются как негативные с длительным эффектом, который сохранялся до 27–30 суток после операции *(таблица)*. Процент нормоцитов на 1–3 сутки после операции находился на нижней границе нормы и составлял 80,06%, а к 27-30 суткам увеличился на 6,65% (P<0,001) в сравнении с контрольными животными. У собак на 1-3 сутки после операции в крови были выявлены различные морфологические варианты эритроцитов: шизоциты (3,78±0,06%), эхиноциты (0,92±0,10%), акантоциты (1,68±0,06%). К 27–30 суткам в крови у собак наблюдалось небольшое количество шизоцитов (0,19%; P<0,001), эхиноцитов (0,37%; P<0,001) и акантоцитов (0,56%; P<0,001), в то время как стоматоциты в крови не наблюдались. Содержание дискоцитов, наоборот, увеличилось, и к 27–30 суткам было на 4,79% выше, чем на 1–3 сутки после операции.

Сообщений о нехирургическом лечении заболевания немного и большинство из них сосредоточено на хирургическом лечении, ведь дорсальная ламинэктомия является процедурой выбора для многих ветеринарных

Результаты структурной характеристики эритроцитов в течение послеоперационного периода (*M ± m*)

Показатель	Референсные значения	Собаки на первичном приеме	Сутки		
			Контрольная группа	Показатель	Референсные значения
RBC, $\times 10^{12}$/л	5,2–8,7	5,6±0,15	6,18±0,11***	6,21±0,13***	6,02±0,09***
HB, г/л	120,2–182,1	143,7±2,08	126,15±0,48***	137,80±2,61**	138,21±1,06***
HCT, %	36,9–57,1	46,7±1,42	37,98±0,54	40,91±0,52	42,36±0,70*
СОЭ (ESR),	2,1–3,7	3,3±0,14	4,65±0,19***	5,16±0,29***	2,68±0,18***
Нормоциты, %	80,3–92,1	83,2±0,71	80,06±0,5	82,82±0,93	88,73±0,43***
Микроциты, %	5,7–10,2	10,6±0,2	10,91±0,31	10,81±0,05	5,83±0,1***
Макроциты, %	4,1–7,8	6,4±0,12	9,13±0,14***	6,93±0,06**	5,83±0,6***
Дискоциты, %	85,3–96,2	86,1±1,44	94,14±1,03***	90,31±0,36	98,88±1,93
Шизоциты, %	0	2,2±0,07	3,78±0,06***	3,67±0,04***	0,19±0,03***
Эхиноциты, %	0	3,1±0,23	0,92±0,10***	3,06±0,07	0,37±0,07***
Акантоциты, %	0-5	4,4±0,1	1,68±0,06***	3,38±0,06***	0,56±0,35***
Стоматоциты, %	0	1,9±0,12	0	0	0
Кодоциты, %	0	1,9±0,15	0	0	0

* P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 (достоверность различий относительно контрольной группы)

неврологов, и результаты, как правило, положительные но, с ограничением периодов наблюдения и критериев оценки результатов во многих исследованиях. Однако, как подчеркивают ранние исследования [12], процедура имеет несколько ограничений. Нельзя ожидать, что дорсальная ламинэктомия облегчит симптомы, связанные с латеральной компрессией нервных корешков. Для решения этой латеральной компрессии в работе [13] предложена техника латеральной фораминотомии, возможно, наиболее значительный прогресс в хирургическом лечении дегенеративного пояснично-крестцового стеноза за последние несколько лет. Это метод выбора при латеральных компрессиях, но не при стенозе позвоночного канала. В дополнение к этим декомпрессивным методам существуют также методы с применением дистракции или без нее.

Скорость оседания эритроцитов у животных без осложнений на 1–3 сутки была выше контроля на 40,9% (P<0,001), на 12–15 сутки — на 56,4 % (P<0,001), на 27–30 сутки на 72,1% (P<0,001). Что говорит о необходимости системного контроля уровня эритроцитов и гемоглобина в послеоперационный период.

Здоровый сегмент L7-S1 имеет большую подвижность при сгибании-разгибании, чем в других поясничных сегментах у собак. Наиболее заметным направлением движения является сгибание-разгибание, хотя также возможны боковые изгибы и скручивания. Сообщается, что ангуляция фасеточных суставов оказывает значительное влияние на подвижность пояснично-крестцового соединения. Было показано, что собаки с дегенеративным пояснично-крестцовым стенозом имеют уменьшенный диапазон движений в сгибании-разгибании пояснично-крестцового сегмента по сравнению со здоровыми собаками [4], и патологические изменения должны быть охарактеризованы с точки зрения динамики крови, дающей более полное представление о послеоперационном периоде.

Следует заметить, что послеоперационные регенеративные процессы в области пояснично-крестцовых операций сопровождались повышением выше уровня физиологической нормы только по СОЭ, остальные клинические характеристики крови достоверно отличались в пределах физиологических границ. При этом, уровень гемоглобина на 1–3 сутки у животных после операции был на 12,21% (P<0,001) ниже, чем у собак из контрольной группы. Однако на 27–30 сутки его уровень увеличился на 9,56% (P<0,05). Такие же изменения наблюдаются и по показателям гематокрита, который к 27–30 суткам был на 11,53% (P<0,05) выше, чем на 1–3 сутки после операции.

Показатель успеха после операции колеблется от 70% до 93% [6, 14]. Хотя прогноз для собак, прошедших хирургическое лечение при коррекции пояснично-крестцового стеноза, в целом благоприятный, возвращение к нормальной функции более вероятно у наименее пораженных собак, в то время как у собак с тяжелым поражением часто наблюдается персистирующий неврологический дефицит.

Показано, что влияние регенеративных процессов при пояснично-крестцовых операциях на структурную характеристику эритроцитов собак, показало, как функциональные сдвиги регенеративных процессов морфологии эритроцитов, так и длительный негативный эффект, который по показателям крови, сохранялся до 27–30 суток после операции у собак.

В этот период, процент микроцитов и макроцитов был больше контроля на 1–3 сутки на 0,31% и на 2,73% (P<0,001), соответственно. В то же время остальные морфологические варианты эритроцитов достоверно снижались в сравнении с контрольными животными. На 27-30 сутки наблюдений интересной особенностью патогенеза морфологии эритроцитов у подопытных собак было наличие достоверной разницы по сравнению с контролем по всем исследуемым формам эритроцитов как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. Достоверное уменьшение по сравнению с контролем наблюдали по шизоцитам — на 2,01% (P<0,001), эхиноцитам — на 2,73% (P<0,001), акантоцитам — на 3,84% (P<0,001). Стоматоцитов и кодоцитов во время послеоперационного наблюдения в данной группе животных обнаружено не было.

Выводы

В результате проведенных исследований было выяснено, что оценка структурной характеристики эритроцитов позволяет определить состояние пациента и степень его восстановления. В представленной группе животных мы не отмечали гипо- или гиперергической реакции со стороны эритроцитарного звена, что говорит о состоятельности применяемого способа и адекватности применения послеоперационного протокола. Компенсаторно-восстановительные процессы происходили в соответствии с тяжестью процесса, не вызывая деструктивных изменений со стороны крови. Также стало известно, что при проведении операции по коррекции дегенеративного пояснично-крестцового стеноза у собак восстановление нормальной морфологии эритроцитов наступает к 27–30 суткам.

Проведение оперативного неврологического вмешательства на пояснично-крестцовых сегментах, при строгом соблюдении асептических и антисептических требований и точного выполнения метода хирургического доступа и приёма обеспечивает физиологическое функционирование эритроцитарного звена, не вызывая деструктивных процессов в течение постоперационного периода и представленный хирургический метод может служить основой при выполнении неврологических оперативных вмешательств.

Литература

1. Ватников Ю.А. и др. Анализ структуры и функции эритроцитов собак при спонтанной и операционной травме // Ветеринария. – 2007. – №2. – С. 44-48.
2. Недобежкова Е.Ю. и др. Структурно-функциональное состояние эритроцитов при завороте желудка у собак // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2013. – № 3 (16). – С. 45-47.
3. Ватников Ю.А. и др. Прогностические аспекты функционального состояния эритроцитов в постоперационный период при завороте желудка у собак // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2014. – № 1 (18). – С. 52-54.
4. Meij B.P. et al. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs // Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice. – 2010. – №40. – P. 983–1009.
5. Gamble K.B. et al. Qualitative and quantitative computed tomographic characteristics of the lumbosacral spine in German shepherd military working dogs with versus without lumbosacral pain // Journal of Veterinary Behavior. – 2020. – №38. – 38e55.
6. Suwankong N. et al. Review and retrospective analysis of degenerative lumbosacral stenosis in 156 dogs treated by dorsal laminectomy // Vet Comp Orthop Traumatol. – 2008. – №21. – P. 285- 293.
7. Giudice E. et al. Clinical findings in degenerative lumbosacral stenosis in ten dogs – A pilot study on the analgesic activity of tramadol and gabapentin // Journal of Veterinary Behavior. – 2019. – №33. – 7e15.
8. Dodd T. et al. Behavioral problems may be associated with multilevel lumbosacral stenosis in military working dogs // Journal of Veterinary Behavior. – 2020. – №35. – 8e13.
9. Бажибина Е.Б. и др. Методологические основы оценки клинико-морфологических показателей крови домашних животных. – М.: Аквариум, 2004. – 208 с.
10. Smolders L.A. et al. Pedicle Screw-Rod Fixation of the Canine Lumbosacral Junction // Veterinary Surgery. – 2012. – Vol. 41(6). – P. 720-732.
11. Tellegen R. et al. Pedicle screw-rod fixation: a feasible treatment for dogs with severe degenerative lumbosacral stenosis // BMC Veterinary Research. – 2015. – №11. – P. 299.
12. Jeffery N.D. et al. What progress has been made in the understanding and treatment of degenerative lumbosacral stenosis in dogs during the past 30 years? // The Veterinary Journal. – 2014. – №201. – P. 9-14.
13. Godde T. et al. Surgical treatment of lumbosacral foraminal stenosis using a lateral approach in twenty dogs with degenerative lumbosacral stenosis // Vet Surg. – 2007. – №36. – P. 705–713.
14. De Risio L. et al. Predictors of outcome after dorsal decompressive laminectomy for degenerative lumbosacral stenosis in dogs: 69 cases (1987-1997) // J Am Vet Med Assoc. – 2001. – №219. – P. 624-628.

References

1. Vatnikov Yu.A. i dr. Analiz struktury` i funkcii e`ritrocitov sobak pri spontannoj i operacionnoj travme // Veterinariya. – 2007. – №2. – S. 44-48.
2. Nedobezhkova E.Yu. i dr. Strukturno-funkcional`noe sostoyanie e`ritrocitov pri zavorote zheludka u sobak // Teoreticheskie i prikladny`e problemy` agropromy`shlennogo kompleksa. – 2013. – № 3 (16). – S. 45-47.
3. Vatnikov Yu.A. i dr. Prognosticheskie aspekty` funkcional`nogo sostoyaniya e`ritrocitov v postoperacionny`j period pri zavorote zheludka u sobak // Teoreticheskie i prikladny`e problemy` agropromy`shlennogo kompleksa. – 2014. – № 1 (18). – S. 52-54.
4. Meij B.P. et al. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs // Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice. – 2010. – №40. – P. 983–1009.
5. Gamble K.B. et al. Qualitative and quantitative computed tomographic characteristics of the lumbosacral spine in German shepherd military working dogs with versus without lumbosacral pain // Journal of Veterinary Behavior. – 2020. – №38. – 38e55
6. Suwankong N. et al. Review and retrospective analysis of degenerative lumbosacral stenosis in 156 dogs treated by dorsal laminectomy // Vet Comp Orthop Traumatol. – 2008. – №21. – P. 285- 293.
7. Giudice E. et al. Clinical findings in degenerative lumbosacral stenosis in ten dogs – A pilot study on the analgesic activity of tramadol and gabapentin // Journal of Veterinary Behavior. – 2019. – №33. – 7e15.
8. Dodd T. et al. Behavioral problems may be associated with multilevel lumbosacral stenosis in military working dogs // Journal of Veterinary Behavior. – 2020. – №35. – 8e13.
9. Bazhibina E.B. i dr. Metodologicheskie osnovy` ocenki kliniko-morfologicheskix pokazatelej krovi domashnix zhivotny`x. – M.: Akvarium, 2004. – 208 s.
10. Smolders L.A. et al. Pedicle Screw-Rod Fixation of the Canine Lumbosacral Junction // Veterinary Surgery. – 2012. – Vol. 41(6). – P. 720-732.
11. Tellegen R. et al. Pedicle screw-rod fixation: a feasible treatment for dogs with severe degenerative lumbosacral stenosis // BMC Veterinary Research. – 2015. – №11. – R. 299.

12. Jeffery N.D. et al. What progress has been made in the understanding and treatment of degenerative lumbosacral stenosis in dogs during the past 30 years? // The Veterinary Journal. – 2014. – №201. – R. 9-14.
13. Godde T. et al. Surgical treatment of lumbosacral foraminal stenosis using a lateral approach in twenty dogs with degenerative lumbosacral stenosis // Vet Surg. – 2007. – №36. – R. 705–713
14. De Risio L. et al. Predictors of outcome after dorsal decompressive laminectomy for degenerative lumbosacral stenosis in dogs: 69 cases (1987-1997) // J Am Vet Med Assoc. – 2001. – №219. – R. 624-628.Suwankong N. et al. Review and retrospective analysis of degenerative lumbosacral stenosis in 156 dogs treated by dorsal laminectomy // Vet Comp Orthop Traumatol. – 2008. – №21. – P. 285-293.

I. F. Vilkovysky
Peoples' Friendship University of Russia
vilkovyskiy–if@rudn.ru

EVALUATION OF SURGICAL CORRECTION OF DEGENERATIVE LUMBOSACRAL STENOSIS IN DOGS BASED ON ERYTHROCYTES

Degenerative lumbosacral stenosis is a common cause of lumbosacral disease in dogs of medium to large breeds. However, decompressive surgery is considered the primary technique for reducing cauda equina and nerve root compression in dogs with degenerative lumbosacral stenosis. The study of dynamics of erythrocyte component remains the main indicator of control over the postoperative period during surgical procedures in dogs and deserves their careful analysis. The aim of this study was to evaluate changes in the structural characteristics of erythrocytes during the postoperative period. The assessment of changes in hematological parameters and erythrocyte morphology during the postoperative period was given in the article. Surgical neurological intervention in the lumbosacral region must be conducted in accordance with strict observance of aseptic and antiseptic precautions and precise implementation of the method of surgical access and reception. In this situation, it ensures physiological functioning of the erythrocyte link without causing destructive processes during the postoperative period. Therefore, the presented surgical method can serve as the basis for performing neurological surgical interventions.

Key words: dogs, degenerative lumbosacral stenosis, correction, erythrocytes, dynamics.

Состояние и перспективы развития мелиорации в Амурской области

УДК 631.6

DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-57-60

В. В. Бурчик (к.э.н.), **Н. П. Кузьмич** (к.э.н.)
Дальневосточный государственный аграрный университет
kuzmiz@list.ru

Мелиоративный комплекс региона, после длительного периода неопределенности, постепенно входит в число приоритетов развития сельского хозяйства. В статье рассматриваются проблемы мелиорации, выступающей как средство обеспечения устойчивого развития агропромышленного комплекса региона, поскольку мелиорация играет решающую роль в повышении плодородия освоенных земель и урожаев сельскохозяйственных культур. Однако мелиоративные системы нуждаются в постоянном обслуживании. Отмечено, что в регионе недостаточно развита лесная мелиорация. Цель исследования состоит в анализе современного состояния мелиорации в Амурской области. Исследование проводилось в 2018–2021 гг. в Амурской области. Установлено, что большинство мелиоративных систем находится в неудовлетворительном состоянии из–за отсутствия ремонта и технического обслуживания, а также большого износа. В результате проведенного исследования, была установлена необходимость восстановления и реконструкции мелиоративных систем региона. Намечены пути развития мелиорации на основе восстановления, ремонта, реконструкции и строительства новых мелиоративных систем. Приведен пример реконструкции мелиоративной Гильчинской осушительной системы и результаты данной реконструкции, выражающиеся в том, что сельскохозяйственные работы стали выполняться в оптимальные агротехнические сроки, независимо от погодных условий, и аграрии получают стабильные высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Отмечено, что необходимым стало уделять внимание к проектированию и строительству в мелиорации. Рассматривается современный подход к обследованию мелиоративных систем, основные направления ремонта бетонных конструкций мелиоративных сооружений. Использованы предметные методы экономики, экологии, принципы: многообразия форм. Для проведения настоящего исследования использованы информационные данные сайтов и другие открытые источники.

Ключевые слова: Амурская область, инвестиции, мелиоративные системы, ресурсы, реконструкция, сельское хозяйство, сельскохозяйственные земли, строительство.

Введение

Сельское хозяйство на территории Амурской области находится в сложных природно–климатических условиях: это и дефицит осадков, и избыточное переувлажнение, что приводит к снижению урожайности в неблагоприятные годы. Основным решением по снижению неблагоприятных погодных и климатических условий является мелиорация земель, которая способствует наращиваю объема производства сельскохозяйственных культур и снижает потери урожая за счет отвода избыточных вод или орошения.

Сельское хозяйство регионов Дальнего Востока из–за неблагоприятных природно–климатических условий объективно вынуждено затрачивать намного больше ресурсов на производство продукции. В зоне рискованного земледелия, к которой относятся сельскохозяйственные угодья Амурской области, трудно переоценить значение мелиорации для получения высоких урожаев. Мелиорация земель в Амурской области до настоящего времени является основным способом сохранения и повышения плодородия почвы. Этому придается большое значение в Правительстве региона, поэтому восстановлена подготовка мелиораторов в Дальневосточном государственном аграрном университете.

Материал и методы исследования

Исследования проводились на территории Амурской области. В работе использовались проектные, строительные и эксплуатационные материалы по состоянию и анализу осушительно–оросительных систем. Обобщены результаты обследования осушительно–оросительных систем региона. Выявлены недостатки мелиоративных систем в Амурской области. Оценку технического состояния мелиоративных систем определяли путем визуального обследования и по данным системных наблюдений. При проведении исследования использованы методы: анализ, обобщение, синтез и прочие способы и приемы.

Результаты исследования и их обсуждение

В Амурской области находится около 1,5 млн. га пашни. Согласно статистическим данным, на 2020 год аграрии используют 1137,4 млн. га [1]. Власти региона задумываются о мелиорации, которой масштабно не занимались с советских времен *(таблица)*.

В настоящее время площадь мелиорируемых земель в Амурской области составляет 251,4 тыс. га, в том числе орошаемых сельскохозяйственных — 9,2 тыс. га, осушенных — 242,2 тыс. га. Мелиоративный комплекс Приамурья включает в себя 229 систем осу-

Экологическое состояние мелиоративного фонда Дальневосточного федерального округа и Амурской области[6]

Регион	Хорошее, %	Удовлетворительное, %	Неудовлетворительное, %
Орошение			
Российская Федерация	18	45	37
Дальневосточный федеральный округ	43	24	32
Амурская область	82	10	7
Осушение			
Российская Федерация	55	25	19
Дальневосточный федеральный округ	42	29	30
Амурская область	72	17	11

шения и орошения. Они расположены на территории 17 муниципальных районов (из 20) и в общей сложности обслуживают 246,6 тыс. га сельхозугодий. [7] Длительное отсутствие должной технической эксплуатации элементов мелиоративных систем привело их в негодность. Большую роль в их уничтожении сыграли заболачивание, ветровая и водная эрозия, расчлененность внутрихозяйственной сети между мелкими фермерскими (крестьянскими) хозяйствами и т.д.

Реализацией мероприятий, направленных на организацию мелиоративных работ на территории Амурской области, непосредственно занимается ФГБУ «Управление «Амурмелиоводхоз», где аграрии могут получить профессиональную консультацию и экспертную оценку при планировании восстановительных или строительных мелиоративных работ. В оперативном управлении ФГБУ «Управление «Амурмелиоводхоз» находится 819,5 км каналов, 30 мостов, 442 водопропускных гидротехнических сооружений, 707,2 км эксплуатационных дорог, что составляет 11,6% от общей мелиоративной сети Амурской области. Но большинство мелиоративных систем осушения остаются в Амурской области бесхозными и изношены более чем на 80% [7].

В настоящее время требуется принять меры по переводу бесхозяйных мелиоративных систем в собственность. Процедура оформления права собственности на эти объекты проводится на уровне муниципалитетов, на территории которых находятся системы. Многие муниципальные районы Амурской области начали оформлять права собственности [4].

Тем не менее, амурские аграрии поддерживают в рабочем состоянии старые мелиоративные системы. В целом, к остаткам советской мелиорации в сельском хозяйстве Амурской области относятся очень бережно, понимая, что проектирование и строительство новой мелиоративной системы обойдется в несколько сотен млн. руб. Сейчас эти мелиоративные системы, по наблюдению авторов, представляют собой остатки дорожных полотен на инженерных системах.

Например, мелиоративная система Гильчинской осушительной системы была введена в эксплуатацию в 1976 г. *(рис. 1)*. В настоящее время её износ составляет

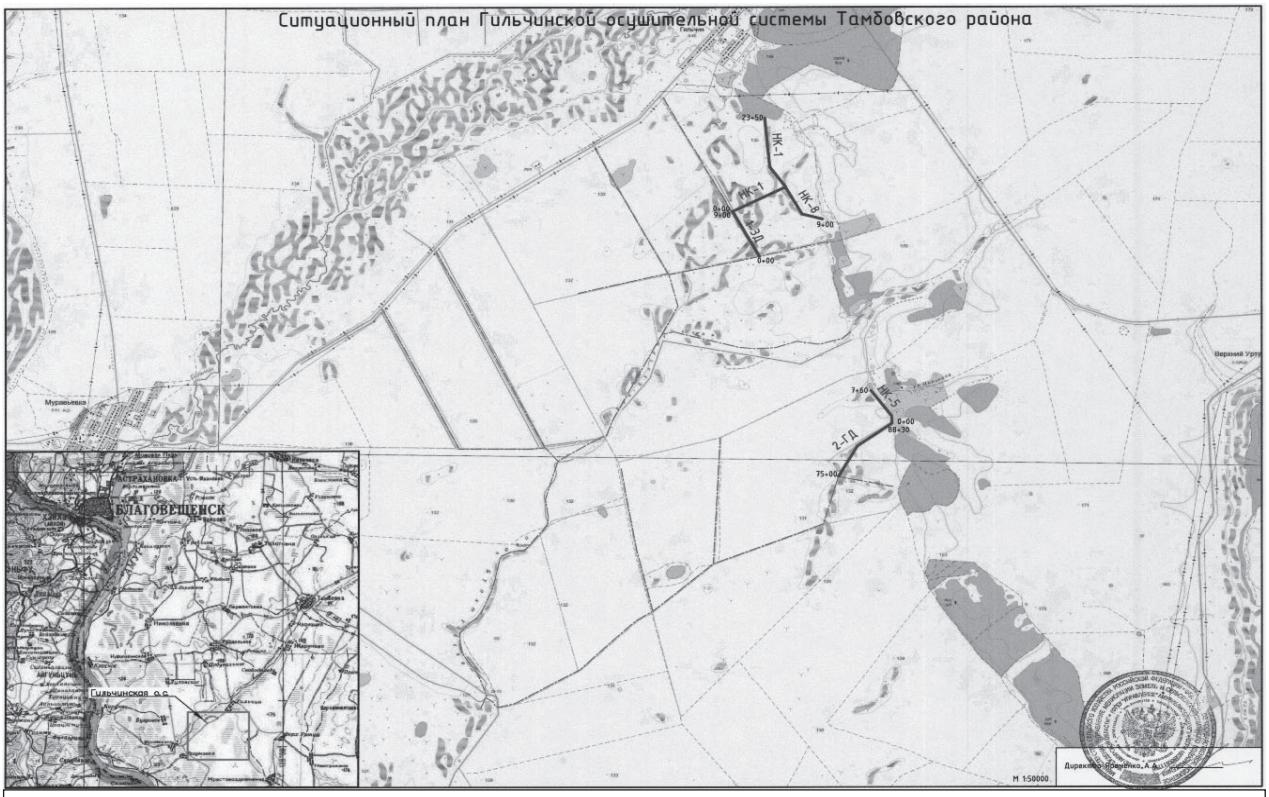


Рис. 1. Схема мелиоративной Гильчинской осушительной системы

более 60%. Аграрным производством на Гильчинской осушительной системе занимается одно из старейших сельскохозяйственных предприятий Амурской области — ЗАО агрофирма «Партизан». В настоящее время выполняется реконструкция мелиоративной системы:

– открытая осушительная сеть каналов, протяженностью 185 км, освобождена от древесно–кустарниковой растительности;

– произведена реконструкция почти 50 км дорог, в результате которой обеспечен беспрепятственный проезд по мелиоративной системе сельскохозяйственных машин и транспорта в любое время года. Еще необходимо выполнить реконструкцию более 20 км дорог [7].

Таким образом, в результате реконструкции произошло увеличение площади пахотных мелиорированных земель на 1774 га. Следовательно, сельскохозяйственные работы выполняются в оптимальные агротехнические сроки, независимо от погодных условий, и аграрии получают стабильные высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

В регионе недостаточно внимания уделяется лесной мелиорации. Это объясняется недооценкой ее роли в аграрном производстве. Полезащитные лесные полосы, как и все агролесомелиоративные насаждения, выполняют роль депонирующих биологических систем, задерживая атмосферный углекислый газ, поддерживая баланс углерода. Для увеличения эффективности защитных функций, лесополосы высаживали поперек господствующих ветров. В советское время создание насаждениями более комфортных условий для выращивания продукции растениеводства, проявлявшееся в получении дополнительного урожая, становилось достаточным основанием для государственных инвестиций в данные мероприятия [5].

Мелиорация сельскохозяйственных земель очень затратное инвестиционное мероприятие, которое не под силу даже крупным сельскохозяйственным производителям. Затраты по некоторым оценкам, могут достигать на строительство (реконструкцию) до 350–350 тыс. руб. на 1 га, потому решать проблему необходимо на основе государственной поддержки с помощью программно-целевого метода. Для каждого участка мелиоративной системы необходимо разрабатывать бизнес-план, где будут четко определены все затраты на его обустройство.

Аграриев в большей степени интересует техническое состояние существующих мелиоративных систем и применение тех или иных мероприятий для их восстановления (ремонт, реконструкция или новое строительство). Например, при обследовании гидротехнического сооружения часто обнаруживаются протечки воды в мелиоративных системах *(рис. 2)*.

Важным направлением при эксплуатации мелиоративных систем является необходимость снижения потерь воды на фильтрацию. Значительные потери воды обуславливаются низким техническим уровнем, а

Рис. 2. Протечка воды через бетонную стену водозаборного колодца

также разрушением бетонных покрытий из–за длительного срока эксплуатации и необходимостью ремонта. Устранение повреждений в виде трещин и разрушений различных бетонных водопроводящих сооружений, а также их деформационных швов может проводиться ручным или механизированным способами в зависимости от величины разрушений [2].

Однако, после такого масштабного наводнения в Амурской области 2021 г., уже необходимо говорить не о ремонтах, а восстановлении большинства мелиоративных систем, так как их износ и до наводнения достигал критической отметки 80%. Но, прежде необходимо провести обследование мелиоративных систем, чтобы иметь представление об их техническом состоянии. Обследование, по нашему мнению, послужит отправной точкой для определения более конкретных путей и мер восстановления мелиорации в области и возможности в дальнейшем сохранения урожайности сельскохозяйственных культур.

Во всех источниках отмечается, что окупаемость мелиоративных систем составляет 10–12 лет. С этим можно согласиться, но есть, справедливое замечание, что при наличии дорожной сети при уборке урожая (да и других полевых работах) снижаются эксплуатационные затраты (ГСМ, текущий ремонт) уменьшается срок окупаемости реконструкции или др. мероприятий по восстановлению мелиоративной системы [3].

Мелиоративное состояние сельскохозяйственных угодий ухудшается, а потребность в реконструкции и ремонте мелиоративных систем приобретает масштабные значения. Важно подчеркнуть наличие веских объективных причин постоянной мелиорации земель в южной зоне Дальнего Востока. Экстремальные природно-климатические условия — от периодического переувлажнения почв, до дефицита влаги в почве в первой половине летнего периода, когда требуется орошение сельскохозяйственных угодий.

Исходя из опыта обследования мелиоративных систем, предлагаем следующие подходы к данной проблеме:

Во-первых, необходимо определить очередность восстановления (т.е. обследования) мелиоративных систем по региону, в основном это — Тамбовский, Ивановский, Благовещенский муниципальные районы.

Во-вторых, следует, на основании обследования мелиоративных систем, определить объемы работ, т.е. потребность в материальных, технических, трудовых и проектных ресурсах.

В-третьих, нужно установить очередность реанимации ранее построенных мелиоративных систем по районам Амурской области с учетом их важности, потребления ресурсов и сроков окупаемости, с учетом специфических условий Амурской области.

Выводы

В целом, анализ состояния осушительно–оросительных систем мелиорации в регионе показывает, что большинство их находится в неудовлетворительном состоянии. Тем не менее, отрицательное влияние природно-климатических условий и изъяны в организации использования земель для сельскохозяйственного производства можно смягчить исключительно благодаря развитой системе мелиоративных работ и передовых аграрных технологий. Однако данный процесс не является в настоящее время достаточным для кардинального увеличения продуктивности и рентабельности сельского хозяйства.

Литература

1. Амурская область в цифрах: Краткий статистический сборник / Амурстат. – Благовещенск, 2021. – 220 с.
2. Баев, О.А. Инновационные способы ремонта бетонных водопроводящих сооружений композиционными материалами /О.А. Баев, Ю.М. Косиченко //Экология и водное хозяйство. – 2021. – Т.3. – №1. – С. 55–65.
3. Кузьмич, Н.П. Ключевые проблемы и социально–экономические особенности развития автодорожной сети в регионе / Н.П.Кузьмич, В.В.Бурчик// Транспортное дело России. – 2021. – №1. – С.3–4.
4. Кузьмич, Н.П. Изменение отношений собственности на землю в системе развития экономики региона /Н.П.Кузьмич// European Social Science Journal. – 2015. – №11. – С.62–66.
5. Kuzmich, N.P. Socio–ecological–economic aspects of effective land use in agriculture// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 839 (2021) 022018.
6. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 304 с.
7. Сайт АПК Амурской области. [Электронный ресурс]. – URL: https://agro.amurobl.ru/pages/informatsionno-publitsisticheskiy-zhurnal-apk-amurskoy-oblasti (дата обращения: 28.12.21).

References

1. Amurskaya oblast' v cifrah: Kratkij statisticheskij sbornik / Amurstat. – Blagoveshchensk, 2021. – 220 s.
2. Baev, O.A. Innovacionnye sposoby remonta betonnyh vodoprovodyashchih sooruzhenij kompozicionnymi materialami /O.A. Baev, YU.M. Kosichenko //Ekologiya i vodnoe hozyajstvo. – 2021. – T.3. – №1. – S. 55–65.
3. Kuz'mich, N.P. Klyuchevye problemy i social'no–ekonomicheskie osobennosti razvitiya avtodorozhnoj seti v regione / N.P.Kuz'mich, V.V.Burchik// Transportnoe delo Rossii. – 2021. – №1. – S.3–4.
4. Kuz'mich, N.P. Izmenenie otnoshenij sobstvennosti na zemlyu v sisteme razvitiya ekonomiki regiona /N.P.Kuz'mich// European Social Science Journal. – 2015. – №11. – S.62–66.
5. Kuzmich, N.P. Socio–ecological–economic aspects of effective land use in agriculture// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 839 (2021) 022018.
6. Meliorativnyj kompleks Rossijskoj Federacii: inform. izdanie. – M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. – 304 s.
7. Sajt APK Amurskoj oblasti. [Elektronnyj resurs]. – URL: https://agro.amurobl.ru/pages/informatsionno-publitsisticheskiy-zhurnal-apk-amurskoy-oblasti (data obrashcheniya: 28.12.21).

V. V. Burchik, N. P. Kuzmich
Far Eastern State Agrarian University, *kuzmiz@list.ru*

STATE AND PROSPECTS OF LAND RECLAMATION DEVELOPMENT IN THE AMUR REGION

The reclamation complex of the region, after a long period of uncertainty, is among the priorities of agricultural development. The article deals with the problems of land reclamation as a means of ensuring sustainable development of agro–industrial complex in the region, since land reclamation plays a crucial role in increasing fertility of developed lands and crop yields. However, reclamation systems need constant maintenance.
It was noted that forest reclamation was insufficiently developed in the region. The purpose of the research was to analyze the current state of land reclamation in the Amur region. The study was conducted in the Amur region in 2018–2021. It revealed that the majority of reclamation systems were in unsatisfactory condition due to lack of repair and maintenance, as well as great wear and tear. The research showed that it was necessary to restore and reconstruct the reclamation systems of the region. The ways of development of land reclamation on the basis of restoration, repair, reconstruction and construction of new land reclamation systems were outlined. An example of the reconstruction of the reclamation Gilchinsk drainage system and the results of reconstruction were given. They were expressed in the fact that agricultural work began to be carried out in optimal agrotechnical terms, regardless of weather conditions, and farmers received stable high yields of crops. The modern approach to the survey of reclamation systems, the main directions in repair of concrete reclamation structures were considered. Information data from websites and other open sources were used in the research.

Key words: Amur region, investments, reclamation systems, resources, reconstruction, agriculture, agricultural land, construction.

Теоретические аспекты оптимизации издержек производства предпринимательских структур в обеспечении устойчивого развития

УДК 338.512
DOI: 10.32935/2221-7312-2022-51-1-61-64

И. С. Чернякова (к.э.н.)
ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ
chernyakova–71@mail.ru

В статье сформулирована роль издержек производства в обеспечении устойчивого развития предпринимательских структур мясоперерабатывающей отрасли АПК. Базируясь на том, что экономика ЛНР является спросоограниченной, обоснована необходимость, при поиске резервов увеличения прибыли в достижении устойчивого развития, акцентирования внимания на управлении издержками производства как результативного средства управления затратами, позволяющего предусмотреть изменение состояния внешней и внутренней среды. Выделено, что динамичность роста предпринимательской структуры базируется на оптимальном использовании существующих факторов устойчивого развития, к числу которых, автором отнесены издержки производства, что позволяет рассматривать их оптимизацию в качестве одного из стратегических направлений обеспечения устойчивого развития. Приведена детализация производственных издержек по направлениям и сформулирована авторская интерпретация понятия «издержки», обеспечивающая возможность учета упущенных возможностей предпринимательской структуры при выборе одного из существующих альтернативных вариантов развития. Рассматривая издержки как объект управления, задача управления издержками производства транспонирована в задачу многокритериальной оптимизации, и сформулирована как задача увеличения объемов производства при минимизации совокупных издержек краткосрочного периода или увеличения объемов производства при фиксированном значении средних постоянных и переменных издержек. На базе выделенных причинно-следственных связей издержек производства с достигнутым уровнем устойчивого развития мясоперерабатывающих предпринимательских структур АПК, разработана модель минимизации совокупных издержек производства которая обеспечивает возможность оптимизации и сокращения потерь ограниченных ресурсов, снижения себестоимости производимой продукции и ускорения оборачиваемости оборотных средств, вкладываемых в производство. Указанные направления оптимизации издержек позволяют обеспечить достаточный уровень устойчивого развития мясоперерабатывающих предпринимательских структур, что позитивно скажется на дальнейшем развитии региона.

Ключевые слова: предпринимательская структура, мясоперерабатывающая отрасль, устойчивое развитие, издержки, экономико-математическое моделирование, оптимизация, модель, система ограничений.

Современное состояние экономики Луганской Народной Республики (ЛНР) обуславливает необходимость обеспечения ее высоких и устойчивых темпов развития и роста. Ведущее место в данном процессе принадлежит мясоперерабатывающим предпринимательским структурам АПК, которые являются обеспечивающим сектором продовольственной безопасности республики и одним из основных перерабатывающих звеньев агропромышленного комплекса.

Особые условия социально-экономического развития региона выдвигают на первый план проблему эффективности менеджмента в сфере оптимизации издержек производства, что в значительной мере зависит от научного исследования данной проблематики. Так прикладные аспекты проблемы издержек производства рассматривались такими авторами, как В. А. Балабан, В. К. Беляева, Е. К. Васильева, В. К. Кондрашова, С. А. Котляров, Ф. Я. Леготин, Е. А. Мочалина, С. А. Николаева, И. В. Попович, М. А. Терещенко, А. М. Фабричный, Г. Л. Азоев, В. В. Громыко, И. Д. Романенков, А. П. Челенков, В. Говиндараджан, И. М. Кирцнер, Д. Моррис, М. Портер, А. Томпсон, Д. Хэя. Однако, необходимо констатировать тот факт, что в современной отечественной действительности анализ проблемы издержек производства рассматривается преимущественно в конкретно-экономическом плане и в большей мере с точки зрения финансов и менеджмента отраслевого предприятия. Достаточно сказать, что до сих пор не осуществлялось специального исследования взаимосвязи издержек производства и устойчивости развития отраслевых предпринимательских структур. Таким образом, целью и задачами исследования является научное обоснование роли издержек в обеспечении устойчивого развития предпринимательских структур перерабатывающих отраслей АПК и формирование модели оптимизации издержек производства в обеспечении устойчивого развития.

Текущее состояние социально–экономического развития региона отличается отсутствием и неполным функционированием ряда элементов и механизмов, присущих традиционной региональной экономической системе (система страхования, кредитования, инвестирования), что обуславливает необходимость аккумуляции обязательного потенциала развития, с использованием переменных на которые предприятие имеет влияние и способно воздействовать в целях

самосохранения и достижения стабильно-высокого уровня устойчивого развития. То есть динамичность роста предпринимательской структуры базируется на оптимальном использовании существующих факторов устойчивого развития, к числу которых, относятся издержки производства, которые представляют собой денежное выражение затрат производственных факторов, необходимых для осуществления производственной и сбытовой деятельности. В финансовом менеджменте их принято делить по направлениям: совокупные, постоянные, переменные, средние, предельные, замыкающие.

Переменные издержки напрямую связанны с масштабами функционирования предпринимательской структуры, а их отличительной чертой является зависимость их объема от фактических производственных объемов. То есть к ним относят неизменные в расчете на единицу продукции затраты, но при этом их общая сумма пропорциональна объему выпуска продукции. Данные издержки непосредственно относятся на себестоимость продукции, при этом к ним относят: затраты на сырье, материалы и полуфабрикаты; расходные материалы; энергоресурсы, задействованные в основном производстве; заработную плату основного производственного персонала (включая начисления); стоимость транспортных услуг; обслуживание оборудования [4].

Особенностью постоянных издержек является то, что они остаются неизменными при любых масштабах производства предприятия, при этом включают средства направленные на оплату аренды, ремонта помещений, содержание управляющих кадров, рекламу.

Совокупные издержки — это суммированная величина затрат за отчетный период. Они включает одновременно и постоянные и переменные статьи расходов.

Средние издержки представляют собой расходы, приходящиеся на создание одной единицы продукции. Данный показатель используется при расчете рентабельности производства по конкретному виду производимо продукции.

Маржинальные (предельные) издержки — это затраты предприятия, направленные на изготовление дополнительных единиц продукции.

Замыкающие издержки представляют собой максимально возможные затраты, при которых производство остается прибыльным.

Однако необходимо отметить, что в ряде случаев целесообразно рассматривать и издержки упущенных возможностей, под которыми будем понимать издержки и потери дохода, возникающие за счет альтернативного выбора не самого прибыльного из способов осуществления хозяйственных операций, посредством отказа от наиболее эффективного способа [2, 7]. Данный вид издержек возникает в процессе планирования хозяйственной деятельности при выборе альтернативных возможностей. В данном случае выбор наиболее прибыльной альтернативы целесообразно оценивать и планировать с учетом тех потерь, которые повлечет за собой отдача предпочтения каждому из альтернативных вариантов осуществления хозяйственной деятельности.

Основываясь на вышеизложенном, сформулируем понятие «издержки» как стоимостную оценку, используемых в течение определенного периода времени в процессе производства и обращения продукции, всех видов экономических и финансовых ресурсов, необходимых для эффективного осуществления предпринимательской структурой производственной и реализационной деятельности в обеспечении устойчивого развития с учетом упущенных возможностей при выборе одного из существующих альтернативных вариантов развития.

Так как производство продукции предполагает наличие такого уровня ресурсного обеспечения, которое является гарантом устойчивого развития предпринимательской структуры, то издержки производства являются базовым условием, препятствующим неограниченному получению прибыли. Именно поэтому снижение их уровня является одним из наиболее значимых источников максимизации эффективности производства и, следовательно, перспектив устойчивого развития [2].

Также, следует выделить, что издержки производства можно отнести к факторам негативного воздействия устойчивого развития предпринимательских структур с точки зрения их способности к дестабилизации финансового состояния хозяйствующего субъекта, влияния на темпы расширенного воспроизводства, предложения продукции на рынке сбыта, динамики цен, изменения предложения, так как даже при наличии внутренних возможностей предпринимательских структур (наличие соответствующих производственных мощностей, квалификации кадров и т.д.) и достаточного уровня спроса на производимую продукцию объем ее выпуска в значительной мере зависит от уровня издержек [3]. При этом, снижение издержек позволяет сделать рыночное предложение более эластичным и проводить более конкурентоспособное ценообразование за счет чего увеличиваются объемы продаж (так как снижение цены способствует привлечению потребителя наиболее чувствительного к колебаниям уровня цен).

Таким образом, основываясь на том, что экономика ЛНР является спросоограниченной, основной акцент в поиске резервов увеличения прибыли в достижении устойчивого развития должен делаться на управлении издержками производства.

Выделим, что результативным средством управления издержками, позволяющим предусмотреть изменение состояния внешней и внутренней среды, является метод моделирования процессов их формирования.

Учитывая, что значительная часть решений менеджмента заключается в выборе наиболее эффективных форм поведения из альтернативных возможностей, то целесообразно принять во внимание утраченные возможности, которые являются определяющим фактором при прочих равных условиях [5,6]. При этом, для выбора наиболее эффективной альтернативы необходим предва-

рительный расчет издержек *C* (cost) и дохода *I* (income). связанных с реализацией каждой из них. В таком случае, за критерий *F* выбора наиболее эффективной альтернативы можно принять соответственно максимальное значение прибыли *P* (profit), которое обычно достигается при максимальном доходе и минимальных издержках производства: $F = (I \to \max; C \to \min)$.

Таким образом, сформулируем задачу многокритериальной оптимизации, в которой *F*, как интегральный критерий, определяется: $F = k_1 I + k_2 C$ (где k_1, k_2 — коэффициенты значимости (предпочтения) соответственно по критерию доходности и издержек производства).

В случае, если расчет величин *I* и *C* невозможно провести посредством прямого подсчета, то для оценки результативности каждой из альтернатив интерполируются результаты реализации каждой из них с учетом действующих при этом факторов внешней и внутренней среды, а также объемов вводимых в производство факторов [8].

Следовательно, задачу оптимизации издержек можно сформулировать как задачу: увеличения объемов производства при минимизации совокупных издержек краткосрочного периода или увеличения объемов производства при фиксированном значении постоянных и переменных издержек [9].

Таким образом, основная задача оптимизации издержек производства предпринимательских структур мясоперерабатывающей отрасли в краткосрочном периоде сводится к определению и сбалансированному вводу в производство всех факторов, обеспечивающих такие объемы при которых суммарные издержки являются минимальными при заданных ограничениях на имеющиеся у предприятия ресурсы $X = \{x_1, x_2, \ldots x_n\}$, где x_i, $i = 1, \ldots, n$ (вводимые в производство факторы).

В данном случае, при заданных объемах производства, задачу минимизации издержек можно сформулировать следующим образом: найти такие значения вводимых в производство факторов x_i, $i = 1, \ldots, n$, при которых все элементы вектора градиента (вектора предельных продуктов для всех вводимых факторов) совокупных издержек равны нулю при заданных ограничениях на объемы производства и имеющиеся у предприятия ресурсы $x_i \le x_{i\text{зад}}$.

Целевая функция модели минимизации совокупных издержек будет представлена:

$$\sum_{i=1}^{n} \text{total costs} \times x_i \to \min, \qquad (1)$$

где total costs — совокупные издержки x_i фактора производства.

Далее сформулируем систему ограничений.

Первое ограничение: расчетная рыночная цена за единицу продукции, ден.ед.:

$$\sum_{i=1}^{n} V_{\text{prod}_i} \cdot V_i = \text{Limit}V, \qquad (2)$$

где V_i — затраты на единицу производимой продукции *i*-го вида, ден. ед.; $V_{\text{prod i}}$ — объем производства *i*-го вида продукции, натуральных ед.; Limit*V* — предельная сумма оборотных средств на производства ассортимента продукции, ден. ед.

Второе ограничение: целевая норма прибыли (Net profit margin (Npm)), %:

$$N_{pm} = \frac{\text{чистая прибыль } (\textit{убыток})}{\text{выручка } (\textit{без учета НДС})} \ge 20\%. \qquad (3)$$

Третье ограничение: запланированный годовой объём продаж, ед.:

$$Q = \frac{\text{Costs}_{cp} + \text{EBIT}}{\text{Mg}}, \qquad (4)$$

где $\text{Costs}_{\text{ср}}$ — условно-постоянные расходы производственного характера, ед.; EBIT –прибыль без вычета процентов и налогов, ден. ед.; Mg — маржинальная прибыль, исчисляемая на единицу продукции (увеличение продажной цены за единицу продукции над переменными затратами на единицу продукции), ден. ед.

Четвертое ограничение: полная себестоимость, ден. ед.:

$$L_{x_i} \to \text{budget limits}, \qquad (5)$$

где *L* — полная себестоимость, ден. ед.; budget limits — бюджетный лимит самострахования, ден. ед.

Преимуществом разработанной модели является возможность оптимизации и сокращения потерь ограниченных ресурсов, снижение себестоимости производимой продукции и ускорение оборачиваемости оборотных средств, вкладываемых в производство.

Выводы

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в формулировке причинно-следственных связей издержек производства с достигнутым уровнем устойчивого развития мясоперерабатывающих предпринимательских структур АПК. Предложения, содержащиеся в исследовании, направлены на решение конкретных задач связанных с оптимизацией издержек производства в системе устойчивого развития и могут быть использованы в практической деятельности функционирующими предпринимательскими структурами перерабатывающих отраслей АПК.

Литература

1. Борисов, А. Б. Большой экономический словарь / А. Б. Борисов ; сост. А. Б. Борисов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Книжный мир, 2016. – 543 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274981 (дата обращения: 13.01.2022).
2. Чупров, С.В. Теория управления и устойчивость производственных систем : [монография] / С.В. Чупров. – Иркутск : БГУЭП, 2014. – 439 с.

3. Говдя, В. В. Управленческий учет затрат на современном предприятии: научное издание / В. В. Говдя, Ж. В. Дегальцева. – Краснодар: изд-во «КрасЕрон», 2018. – 187 с.
4. Луговой, В.А. Учёт затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). – М.: АКДИ «Экономика и жизнь», АО «Инконсаудит», - 2014. – С. 128.
5. Труды ИСА РАН: Системы управления и моделирование. Динамические системы. Управление рисками и безопасностью. Методы и модели в экономике. Прикладные аспекты информатики / под ред. С.В. Емельянова. – М.: Красанд, 2014. – 124 с.
6. Згуровский, М.З., Гвишиани, А.Д. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей (2005-2007/2008 годы) / М.З. Згуровский, А.Д. Гвишиани. – К.: Издательство «Политехника», 2016. – 331с.
7. Коробов, П.Н. Математическое программирование и моделирование экономических процессов / П.Н. Коробов. – М.: ДНК, 2015. – 376 с.
8. Кутафин, О.Е. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента / О.Е. Кутафин. – М.: КноРус, 2013. – 192 с.
9. Ширяев, В.И. Управление предприятием: Моделирование, анализ, управление / В.И. Ширяев, И.А. Баев, Е.В. Ширяев. – М.: Либроком, 2015. – 272 с.

References

1. Borisov, A. B. Bol'shoj jekonomicheskij slovar' / A. B. Borisov ; sost. A. B. Borisov. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – Moskva : Knizhnyj mir, 2016. – 543 s. – Rezhim dostupa: po podpiske. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274981 (data obrashhenija: 13.01.2022).
2. Chuprov, S.V. Teorija upravlenija i ustojchivost' proizvodstvennyh sistem: [monografija] / S.V. Chuprov. – Irkutsk : BGUJeP, 2014. – 439 s.
3. Govdja, V. V. Upravlencheskij uchet zatrat na sovremennom predprijatii: nauchnoe izdanie / V. V. Govdja, Zh. V. Degal'ceva. – Krasnodar: izd-vo «KrasEron», 2018.- 187 s.
4. Lugovoj, V.A. Uchjot zatrat na proizvodstvo i realizaciju produkcii (rabot, uslug). - M: AKDI 5. «Jekonomika i zhizn'», AO «Inkonsaudit» - 2014 g. - s 128.
5. Trudy ISA RAN: Sistemy upravlenija i modelirovanie. Dinamicheskie sistemy. Upravlenie riskami i bezopasnost'ju. Metody i modeli v jekonomike. Prikladnye aspekty informatiki / pod red. S.V. Emel'janova. – M. : Krasand, 2014. – 124 c.
6. Zgurovskij, M.Z., Gvishiani, A.D. Global'noe modelirovanie processov ustojchivogo razvitija v kontekste kachestva i bezopasnosti zhizni ljudej (2005-2007/2008 gody) / M.Z. Zgurovskij, A.D. Gvishiani. – K.: Izdatel'stvo «Politehnika», 2016. – 331s.
7. Korobov, P.N. Matematicheskoe programmirovanie i modelirovanie jekonomicheskih processov / P.N. Korobov. – M. : DNK, 2015. – 376 c.
8. Kutafin, O.E. Matematicheskoe modelirovanie proizvodstvennogo i finansovogo menedzhmenta / O.E. Kutafin. – M. : KnoRus, 2013. – 192 c.
9. Shirjaev, V.I. Upravlenie predprijatiem: Modelirovanie, analiz, upravlenie / V.I. Shirjaev, I.A. Baev, E.V. Shirjaev. – M. : Librokom, 2015. – 272 c.

I. S. Chernyakova

Lugansk State Agrarian University
chernyakova–71@mail.ru

THEORETICAL ASPECTS OF OPTIMIZING PRODUCTION COSTS OF BUSINESS STRUCTURES IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The article formulates the role of production costs in ensuring the sustainable development of business structures in the meat processing industry of the agro–industrial complex. Based on the fact that the economy of the LPR is limited in demand, the necessity is substantiated, when looking for reserves to increase profits in achieving sustainable development, focusing on the management of production costs as an effective means of managing costs that allows foreseeing a change in the state of the external and internal environment. It is highlighted that the dynamics of the growth of the business structure is based on the optimal use of existing factors of sustainable development, among which, the author includes production costs, which allows us to consider their optimization as one of the strategic directions for ensuring sustainable development. The detailing of production costs by directions and the formulated author's interpretation of the concept of «costs» are given, which provide the opportunity to take into account the missed opportunities of the business structure when choosing one of the existing alternative development options. Considering costs as an object of control, the problem of managing production costs is transposed into a problem of multi–criteria optimization, and formulated as a problem of increasing production volumes while minimizing total short–term costs or increasing production volumes with a fixed value of average fixed and variable costs. On the basis of the identified cause–and–effect relationships of production costs with the achieved level of sustainable development of meat processing business structures of the agro–industrial complex, a model for minimizing the total production costs has been developed, which provides the possibility of optimizing and reducing the loss of limited resources, reducing the cost of production and accelerating the turnover of working capital invested in production. The indicated directions of cost optimization make it possible to ensure a sufficient level of sustainable development of meat processing business structures, which will positively affect the further development of the region.

Key words: entrepreneurial structure, meat processing industry, sustainable development; costs, economic and mathematical modeling, optimization, model, system of constraints.