

6. Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев Е.В. и др. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале (методические указания). СПб: ВИР, 1999. 81 с.
7. Стасюк А.И., Леонова И.Н., Понамарева М.Л. и др. Фенотипическая изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 1. С. 78–91.
3. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V., Kokoreva V.G. Vysokoproduktivnyj sort yarovoj myagkoj pshenicy Maestro dlya Central'nogo Nechernozem'ya // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2022. № 2. S. 21–24.
4. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Zuev, E.V., Brykova A.N., Kudryavceva E.Yu. Yarovaya myagkaya pshenica. Istochniki selekcionno-cennyh priznakov v usloviyah Tambovskoj oblasti // Katalog VIR. Vyp. 840. SPb: VIR, 2017. 37 s.

REFERENCES

1. Ajdarbekova T.Zh., Syzdykova G.T., Malickaya N.V. i dr. Sravnitel'naya ocenka linij yarovoj myagkoj pshenicy (*Triticum aestivum* L.) v Stepnoj zone Severo-Kazahstanskoj oblasti // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2022. T. 57. № 1. S. 66–80.
2. Amunova O.S., Volkova L.V., Mamaeva A.V. Rezul'taty izucheniya obrazcov myagkoj pshenicy iz kollekcii VIR po adaptivno znachimym i hozyajstvenno cennym priznakam // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2022. № 2(30). S. 8–21.
6. Merezko A.F., Udachin R.A., Zuev E.V. i dr. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, egilopsa i tritikale (metodicheskie ukazaniya). SPb: VIR, 1999. 81 s.
7. Stasyuk A.I., Leonova I.N., Ponomareva M.L. i dr. Fenotipicheskaya izmenchivost' selekcionnyh linij myagkoj pshenicy po elementam struktury urozhaya v ekologicheskikh usloviyah Zapadnoj Sibiri i Tatarstana // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2021. T. 56. № 1. S. 78–91.

Поступила в редакцию 25.11.2024

Принята к публикации 09.12.2024

УДК 35.25:631.522

DOI: 10.31857/S2500208225010084, EDN: CTJERE

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО (*ALLIUM CEPA* L.) В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Мария Ильинична Черкашина^{1,2}, аспирант

Раиль Рафикович Алимгафаров¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Игорь Юрьевич Кузнецов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Анна Георгиевна Черкашина², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Башкирский государственный аграрный университет, факультет агротехнологий и лесного комплекса, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

²Арктический государственный агротехнологический университет, агротехнологический факультет, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

E-mail: 703210@internet.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения формирования урожая различных сортов лука репчатого при внесении минеральных удобрений и регуляторов роста в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан. Исследования проводили в 2021–2023 годах на опытных полях кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии Учебно-научного центра Башкирского государственного аграрного университета. Почва – чернозем выщелоченный, содержание азота по Кьельдалю – 0,33%, фосфора – 0,12%, подвижного (по Чирикову) – 100 мг/кг, калия – 1,3%, подвижного – 330 мг/кг почвы. Мощность гумусового горизонта достигает 45...50 см. Наибольшая урожайность (61,7 т/га) получена на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Гетероауксин у сорта Ред Барон при средней по опыту 48,2 т/га, наименьшая – Стригуновский местный ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Эпин-Экстра) – 38,4 т/га при средней – 39,7 т/га, но наибольшее количество сухого вещества на фоне Контроль (без удобрений) + Эпин-Экстра – 18,89%, среднее – 16,73%. Наибольшее количество сахарозы установлено на фоне Контроль (без удобрений) + Эпин-Экстра сорта Ред Барон – 2,60%, среднее – 1,88%, наименьшее – у Стригуновского местного при $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Контроль (вода) – 1,34%, среднее – 1,57%. Витамина С накоплено в сорте лука репчатого Ред Барон на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Гетероауксин – 19,9 мг%, среднее – 13,6 мг%, наименьшее на фоне Контроль (без удобрений) + Контроль (вода) у того же сорта, среднее – 11,4 мг%.

Ключевые слова: Республика Башкортостан, лук репчатый, *Allium cepa* L., овощная культура, урожайность, минеральные удобрения, регуляторы роста

FORMATION OF THE ONION CROP (*ALLIUM CEPA* L.) IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE BASHKORTOSTAN REPUBLIC

M.I. Cherkashina^{1,2}, PhD Student

R.R. Alimghafarov¹, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

I.Yu. Kuznetsov¹, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

A.G. Cherkashina², Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor

¹Bashkir State Agrarian University, Faculty of Agricultural Technologies and Forestry Complex,
Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia

²Arctic State Agrotechnological University, Faculty of Agricultural Technology, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia
E-mail: 703210@internet.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the yield formation of various onion varieties with the mineral fertilizers application and growth regulators in the Southern forest-steppe the conditions of the Bashkortostan Republic. The studies were carried out in 2021-2023 in the experimental fields of the Plant Growing Department, Plant Breeding and Biotechnology of the Educational and Scientific Center of the Bashkir State Agrarian University. Soil is leached chernozem, nitrogen content according to Kjeldahl – 0.33%, phosphorus – 0.12%, mobile (according to Chirikov) – 100 mg/kg, potassium – 1.3%, mobile – 330 mg/kg of soil. The humus horizon thickness reaches 45...50 cm. The highest yield (61.7 t/ha) was obtained against the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Heteroauxin in the Red Baron variety with an average of 48.2 t/ha in the experiment, the lowest – in Strigunovsky local ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Epin-Extra) – 38.4 t/ha with an average of 39.7 t/ha, but the highest amount of dry matter was against the background of the Control nutrition (without fertilizers) + Epin-Extra 18.89%, average – 16.73%. The highest amount of sucrose was established against the background of the Control (without fertilizers) + Epin-Extra variety Red Baron – 2.60%, average – 1.88%, the lowest – in Strigunovsky local with $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Control (water) – 1.34%, average – 1.57%. Vitamin C accumulated in the Red Baron onion variety against the background of $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Heteroauxin is 19.9 mg%, average is 13.6 mg%, the lowest against the background of Control (without fertilizers) + Control (water) in the same variety, average is 11.4 mg%.

Keywords: Republic of Bashkortostan, onion, *Allium cepa* L., vegetable crop, yield, mineral fertilizers, growth regulators

Лук репчатый – одна из древнейших культур. [11] Принадлежит к семейству луковых (*Alliaceae*). В мире насчитывается около 400 видов луковых, более 200 из них произрастает на территории Российской Федерации. [14]

Норма потребления лука репчатого на человека, по рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации, составляет около 10 кг/год, однако производство его еще не достигло необходимого уровня. [12]

Вкус и запах лука репчатого определяются содержанием эфирных масел, питательная ценность – количеством в нем сахарозы, белков, жира. [11, 14] Лук богат витаминами А, В₁, В₂, С, РР, особенно С, присутствуют соли кальция, калия, фосфора, железа, а также цинка, алюминия, меди и других элементов.

Весной перед посадкой севака закрывают влагу с помощью трактора МТЗ-52 или ДТ-75Д, дискового лущильника гидрофицированного ЛДГ-15, в зависимости от механического состава почвы и видов сорняков на обрабатываемых участках. Затем вносят минеральные удобрения. [13]

Последующая обработка почвы связана с подготовкой к посадке лука. Чтобы к начинающим самостоятельно функционировать корням луковицы был доступ кислорода, питательных веществ и влаги, пахотный слой почвы должен быть рыхлым. Для этого на уплотнившихся за зиму легких почвах проводят глубокую культивацию (10...12 см), тяжелых – перепашку зяби на глубину 18...20 см. Иногда применяют дискование тяжелой дисковой бороной в двух направлениях с одновременным боронованием. Хорошие результаты дает фрезирование.

Подготавливают посадочный материал для калибровки и очищения от нежелательных примесей. При сортировании севака удаляют больные, механически поврежденные, щуплые луковицы и опавшие с них сухие чешуи. Для получения высокого урожая лука репчатого нужно высевать сортовой кондиционный севок. Его посевные качества определены ГОСТ 7002-65 «Лук-севок и лук-выборок. Посевные качества», согласно которому он должен быть вызревшим, здоровым, хорошо очищенным (шейка сухая, длина – 3...5 мм) и правильно раскалиброванным. К первому классу относится севок, если количество

луковиц с отклонением от установленного размера не более 3% и общий отход – 3...4% по весу, ко второму – не более 5%, отход – 5...7%. [4]

Выход севака первой и второй посевных групп обычно составляет 67...89%, в зависимости от нормы посева семян и погодных условий. Севок всех сортов лука имеет округлую или слегка удлинённую форму, его легко разделить по наибольшему поперечному диаметру. [14]

Калибровка севака – ответственный этап его подготовки к посеву. Выровненный по диаметру севок необходим для хорошей работы посадочной машины и установления на ней нормы посева. С величиной севака связаны основные биологические и хозяйственные признаки лука. [12]

От размера севака зависят величина урожая лука и его товарность. Лучшим посадочным материалом считается севок диаметром 1,5...2,25 см, при использовании более мелкого урожайность снижается. [11]

В хозяйствах Башкирии лук размещают по удобренной озимой ржи или бобовым культурам. Эти предшественники рано освобождают поле и дают возможность вовремя провести его лущение, что способствует очищению поля от сорняков, а также своевременному проведению зяблевой вспашки. Лущение верхнего слоя проводят сразу же после уборки предшественника на глубину 4...6 см.

Качество лука репчатого при длительном хранении обеспечивается при соблюдении оптимального режима хранения для данной культуры. В условиях овощехранилища Башкирского государственного аграрного университета интенсивность дыхания, испарение влаги, потеря питательных веществ минимальные. [2, 3] Повышение температуры при хранении приводит к усилению дыхания лука репчатого и его прорастанию (увеличение расхода питательных веществ и влаги), а также развитию микроорганизмов и увеличению потерь от заболеваний. Снижение температуры может вызвать гибель лука от подмораживания. Поддержание в хранилищах требуемой влажности воздуха предотвращает лук от увядания и поражения болезнями.

Цель работы – изучить формирование урожая различных сортов лука репчатого при внесении минеральных удобрений и регуляторов роста в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2021–2023 годах на опытных полях кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии Учебно-научного центра Башкирского государственного аграрного университета.

Почва – чернозем выщелоченный, содержание азота (по Кьельдалю) – 0,33%, фосфора – 0,12%, подвижного (по Чирикову) – 100 мг/кг, калия – 1,3%, подвижного – 330 мг/кг почвы. [1] Мощность гумусового горизонта достигает 45...50 см. Объект исследований – сорта лука репчатого *Стригуновский местный*, *Иглинский 2* и *Ред Барон*. Площадь делянки – 25 м², повторность трехкратная, предшественник – картофель.

Стригуновский местный (st) – раннеспелый сорт. Форма луковицы округлая. Встречаются промежуточные формы, севок удлиненной. Сорт малозачатковый – 1...2 луковицы в гнезде. Среднее количество семенных стрелок на растение – 3,5, высота растений – 120 см, диаметр соцветий – 7...8 см. Основная окраска сухих чешуй желтая, сочных – иногда с розовым или светло-серым оттенком. Средний вес луковиц – 80...100 г, отдельных – 55...80 г. [9]

Иглинский 2 – среднеспелый. Форма луковицы округлая и удлиненно-овальная. Встречаются промежуточные формы – от плоскорепчатой до длинной. Севок в основном удлиненной формы. Сорт малозачатковый – 1...2 луковицы в гнезде. Среднее количество семенных стрелок на растение – 3,1. В основном формирует 2...3 цветочные стрелки, варьирование – 1...8. Средняя высота семенных растений – 81 см, соцветий – 5,2 см (2,4...9,1). Основная окраска сухих чешуй желтая, сочных – белая, различных оттенков, с преобладанием снежно-белого. Луковица округлая, плотная. Средний вес луковицы – 85...105 г, встречаются по 245...275 г. [14]

Ред Барон – среднеранний, пленчатый. Луковицы округлой, выровненной, слегка приплюснутой формы. Средний вес каждой – 80...150 г. Чешуйки плотно прилегающие. Сухие наружные – фиолетовые, внутренние – насыщенно-красные. Отделяются трудно. Листья трубчатые, темно-зеленые, с небольшим восковым налетом. [14]

Закладку полевого опыта и сопутствующие наблюдения проводили по общепринятым методикам. Результаты экспериментов обрабатывали по общепринятым методикам, лабораторные исследования по

определению сухого вещества – ГОСТ 29031-91, сахара – ГОСТ 8756.13-87, витамина С – ГОСТ 24556-89, нитратов ГОСТ 29270-95. [5–10]

РЕЗУЛЬТАТЫ

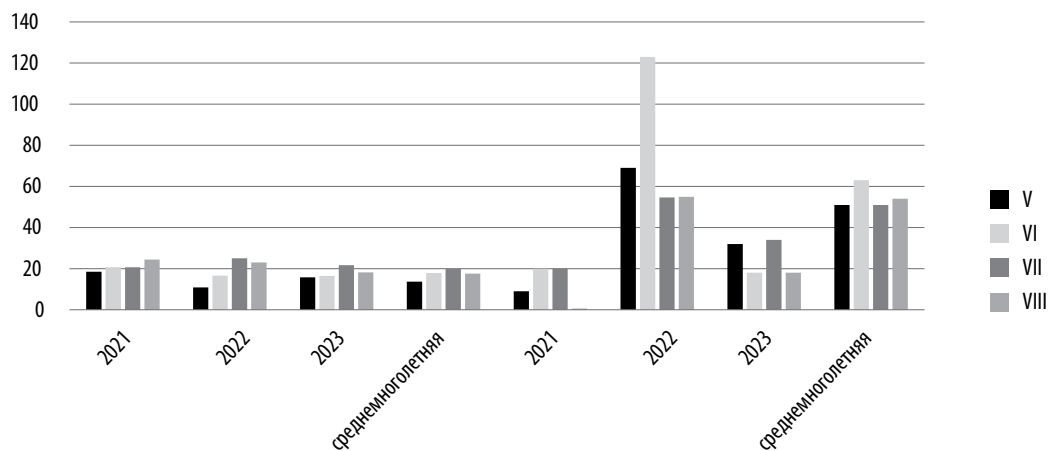
Погодные условия вегетационного периода 2021–2023 годов на территории УНЦ Башкирского ГАУ Республики Башкортостан характеризовались повышенными среднемесячными температурами, по сравнению со средними многолетними: в мае превышение нормы составило 13°C, июне-августе – 15,2...26,9°C. Сумма выпавших осадков – 42...69% нормы. В августе эта тенденция сохранилась – температура была выше средней многолетней на 6,8...7,2°C, сумма осадков – 0,6...1,2 мм (1...2% нормы).

Максимальная сумма осадков составила 98 мм в июне (среднемноголетняя – 63 мм), минимальная в августе – 19,5 мм, при среднемноголетней – 54 мм (см. рисунок).

У сорта лука репчатого *Стригуновский местный* на фоне питания N₉₀P₉₀K₉₀ + Контроль (вода) урожайность была меньше, чем в Контроле (без удобрений) + Контроль (вода) на 6,5 т/га. В варианте Эпин-Экстра при N₉₀P₉₀K₉₀ наблюдали большую урожайность на 6,2 т/га, чем с Эпин-Экстра на фоне Контроль (вода). При сравнении фонов питания N₉₀P₉₀K₉₀ + Гетероауксин и Контроль (без удобрений) + Контроль (вода) урожайность составила 4 т/га. Средняя по опыту с N₉₀P₉₀K₉₀ – 43,9 т/га и Контроль (без удобрений) – 38,3 т/га соответственно.

На фоне N₉₀P₉₀K₉₀ + Контроль (вода) урожайность лука репчатого *Иглинский 2* была больше на 4,9 т/га, чем в Контроле (без удобрений) + Контроль (вода), с N₉₀P₉₀K₉₀ и регулятором роста Эпин-Экстра – на 2,5 т/га больше, чем в Контроле (без удобрений) + Эпин-Экстра. При внесении регулятора роста растений Гетероауксин на фоне N₉₀P₉₀K₉₀ урожайность за три года оказалась больше на 2 т/га, по сравнению с Контролем (без удобрений) + Контроль (вода). Средняя по опыту у сорта *Иглинский 2* на фоне питания N₉₀P₉₀K₉₀ – 51,7 т/га, Контроле (без удобрений) – 48,5 т/га.

При изучении фонов питания N₉₀P₉₀K₉₀ + Гетероауксин и Контроль (без удобрений) + Гетероауксин разница составила 12,4 т/га. Среднее значение по опыту на фоне N₉₀P₉₀K₉₀ – 53,7 т/га, Контроле (без удобрений) – 44,1 т/га (табл. 1).



Метеорологические условия в период проведения опытов, среднее за 2021–2023 годы (по данным Уфа-Дема).

Таблица 1.
Урожайность различных сортов лука репчатого, средняя за 2021–2023 годы

Фон питания	Вариант	Урожайность, т/га
<i>Стригуновский местный (st)</i>		
Контроль (без удобрений)	Контроль (вода)	32,2
	Эпин-Экстра	38,4
	Гетероауксин	44,5
	Среднее по опыту	38,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль(вода)	38,7
	Эпин-Экстра	44,6
	Гетероауксин	48,5
	Среднее по опыту	43,9
<i>Иглинский 2</i>		
Контроль (без удобрений)	Контроль(вода)	39,1
	Эпин-Экстра	52,8
	Гетероауксин	53,8
	Среднее по опыту	48,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль(вода)	44
	Эпин-Экстра	55,3
	Гетероауксин	55,8
	Среднее по опыту	51,7
<i>Ред Барон</i>		
Контроль (без удобрений)	Контроль(вода)	40,5
	Эпин-Экстра	42,5
	Гетероауксин	49,3
	Среднее по опыту	44,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль(вода)	43,3
	Эпин-Экстра	56,2
	Гетероауксин	61,7
	Среднее по опыту	53,7

Мы провели лабораторные исследования по определению биохимического состава луковиц сортов лука репчатого (табл. 2).

Наибольшее содержание сухого вещества установлено на фоне питания Контроль (без удобрений) + Эпин-Экстра в сортах *Стригуновский местный*, *Иглинский 2* и с N₉₀P₉₀K₉₀ + Эпин-Экстра – *Иглинский 2*. Минимальное количество сухого вещества обнаружено в сорте *Ред Барон* при N₉₀P₉₀K₉₀ + Гетероауксин. Наибольшее количество сахарозы было у *Ред Барона* в варианте Эпин-Экстра без удобрений и у *Иглинского 2* при N₉₀P₉₀K₉₀ + Контроль (вода). Наименьшее количество сахарозы содержалось на фоне N₉₀P₉₀K₉₀ + Контроль (вода). В Контроле (без удобрений) + Эпин-Экстра и N₉₀P₉₀K₉₀ + Гетероауксин у сортов *Иглинский 2* и *Ред Барон* установлено наибольшее количество аскорбиновой кислоты, наименьшее – у *Стригуновского местного* с Эпин-Экстра без удобрений. Согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 34570-2019 Фрукты, овощи и продукты их переработки содержание нитратов в луке репчатом не должно превышать 80 мг/кг. В наших опытах минимальное количество нитратов выявлено в варианте с Эпин-Экстра фона без удобрений у *Стригуновского местного* и максимальное – с N₉₀P₉₀K₉₀ + Эпин-Экстра и Контроль (без удобрений) + Гетероауксин у сортов *Стригуновский местный* и *Иглинский 2* (без удобрений + Гетероауксин).

Выводы. Наибольшая урожайность за 2021–2023 годы получена на фоне питания N₉₀P₉₀K₉₀ + Гетероауксин у *Ред Барона* (61,7 т/га), наименьшая у *Стригуновского местного* фона при N₉₀P₉₀K₉₀ + Эпин-Экстра (38,4 т/га).

Таблица 2.

Биохимический состав луковиц сортов лука репчатого, среднее за 2021–2023 годы

Фон питания	Вариант	Сухое вещество, %	Сахароза, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
<i>Стригуновский местный (st)</i>					
Контроль (без удобрений)	Контроль (вода)	15,69	1,17	6,93	73
	Эпин-Экстра	17,25	1,78	8,8	62
	Гетероауксин	15,46	1,34	11,8	76,3
	Среднее по опыту	16,13	1,65	9,17	70,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль (вода)	16,62	1,34	8,23	74,3
	Эпин-Экстра	16,45	1,86	11,96	76
	Гетероауксин	16,81	1,53	12,8	74,6
	Среднее по опыту	16,62	1,57	10,9	74,9
<i>Иглинский 2</i>					
Контроль (без удобрений)	Контроль (вода)	15,90	1,43	7,33	73
	Эпин-Экстра	18,89	1,84	9,5	73
	Гетероауксин	15,50	1,65	11,6	76
	Среднее по опыту	16,73	1,64	12,7	74
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль (вода)	18,13	2,46	8,83	75
	Эпин-Экстра	18,33	2,18	11,2	70,6
	Гетероауксин	14,5	1,63	14,13	74,6
	Среднее по опыту	16,98	2,09	11,3	73,4
<i>Ред Барон</i>					
Контроль (без удобрений)	Контроль (вода)	12,89	1,40	4,77	72,3
	Эпин-Экстра	16,81	2,60	13,1	72
	Гетероауксин	14,21	1,66	16,43	68,6
	Среднее по опыту	14,63	1,88	11,4	70,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Контроль (вода)	12,96	1,68	6,48	73
	Эпин-Экстра	12,90	2,40	14,43	67,3
	Гетероауксин	12,89	2,03	19,9	73,6
	Среднее по опыту	12,90	2,03	13,6	71,3

Наибольшее количество сухого вещества было на фоне питания Контроль (без удобрений) + Эпин-Экстра у сорта *Иглинский 2* (18,89%), наименьшее – *Ред Барон* ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Гетероауксин) – 12,89%.

Максимальное количество сахарозы на Контроле (без удобрений) + Эпин-Экстра у *Ред Барон* – 2,60%, минимальное у *Стригуновского местного* при $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Контроль (вода) – 1,34%.

Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в сорте лука репчатого *Ред Барон* на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Гетероауксин – 19,9 мг%, наименьшее – Контроль (без удобрений) + Контроль (вода) у того же сорта.

Количество нитратов не превысило норму (80 мг/кг), на фоне питания Контроль (без удобрений) + Гетероауксин у *Стригуновского местного* составило 76,3 мг%, наименьшее по опыту – 67,3 мг% при $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Эпин-Экстра у *Ред Барона*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абдуллоев В.Х. Сравнительная оценка продуктивности и кормовых качеств зерновых и озимого зерна в южной лесостепи Республики Башкортостан: специальность 06.01.01 «Общее землеустройство, растениеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, 2021. 153 с.
2. Благородова Е.Н. Влияние гуминовых препаратов на формирование урожая короткодневного лука репчатого // Современные векторы развития науки: Сб. статей по мат. ежег. науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2023 год, Краснодар, 6 февраля 2024 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. С. 405–406.
3. Галицкий Е.А., Благородова Е.Н. Влияние регулятора роста Мелафен на формирование урожая лука репчатого // Энтузиасты аграрной науки: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященная 100-летию со дня рождения ученых агрохимиков Коренькова Дмитрия Александровича и Тонконоженко Евгения Васильевича, Краснодар, 07–08 сентября 2020 года / Отв. за выпуск А.Х. Шеуджен. Вып. 22. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. С. 115–118.
4. ГОСТ 7002-65 Лук-севок и лук-выборок. Посевные качества.
5. ГОСТ 29031-91 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ, не растворимых в воде.
6. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.
7. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
8. ГОСТ 29270-95 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
10. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М. 2012. 768 с.
11. Рекомендации по возделыванию лука репчатого в условиях Республики Башкортостан / И.Ю. Кузнецов, И.Г. Асылбаев, Б.Г. Ахияров и др.; Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан; ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет. Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2021. 77 с.
12. Сатункин И.В., Дерябин С.Н., Кузьменко С.С. и др. Влияние фракции посадочного материала лука репчатого

на формирование урожая зеленого пера при выгонке // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию юбилею начала освоения целинных и залежных земель в Оренбургской области, Оренбург, 02 февраля 2024 года. М.: ООО «Издательство “Перо”», 2024. С. 789–792.

13. Sheykhbaglou R., Sedghi M., Mobasser S. Effect of harvest time and height on seed quality and enzyme activity in onion (*Allium cepa* L.) seeds // Iranian Journal of Plant Physiology. 2023. Т. 13. № 3. С. 4609–4616.
14. Yield of different onion varieties depending on the level of mineral nutrition and growth regulators in the conditions of the Southern Forest-steppe of the Republic of Bashkortostan / M. Cherkashina, R. Alimgafarov, I. Kuznetsov, A. Cherkashina // X International Annual Conference “Industrial Technologies and Engineering” (ICITE 2023), Shymkent, Kazakhstan, 09–10 ноября 2023 года. Vol. 474. Les Ulis, 2024. P. 03007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447403007>

REFERENCES

1. Abdulloev V.X. Sravnitel'naya ocenka produktivnosti i kormovykh kachestv zernovykh i ozimogo zerna v yuzhnoy lesostepi Respubliki Bashkortostan: special'nost' 06.01.01 «Obschchee zemleustrojstvo, rastenievodstvo»: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennykh nauk, 2021. 153 s.
2. Blagorodova E.N. Vliyaniye guminovykh preparatov na formirovaniye urozhaya korotkodnevnoy luka repchatogo // Sovremennyye vektory razvitiya nauki: Sb. statej po mat. ezheg. nauch.-prakt. konf. преподаvatelej po itogam NIR za 2023 god, Krasnodar, 06 fevralya 2024 goda. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.T. Trubilina, 2024. S. 405–406.
3. Galickij E.A., Blagorodova E.N. Vliyaniye regul'yatora rosta Melafen na formirovaniye urozhaya luka repchatogo // Entuziasty agrarnoj nauki: Sbornik statej po materialam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennaya 100-letiyu so dnya rozhdeniya uchenykh agrohimikov Koren'kova Dmitriya Aleksandrovicha i Tonkonozhenko Evgeniya Vasil'evicha, Krasnodar, 07–08 sentyabrya 2020 goda / Otv. za vypusk A.H. Sheudzhen. Vyp. 22. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2020. S. 115–118.
4. GOST 7002-65 Luk-sevok i luk-vyborok. Posevnyye kachestva.
5. GOST 29031-91 Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metod opredeleniya suhikh veshchestv, ne rastvorimyh v vode.
6. GOST 8756.13-87 Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya saharov.
7. GOST 24556-89 Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya vitamina C.
8. GOST 29270-95 Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya nitratov.
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1985. 336 s.
10. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve. M. 2012. 768 s.
11. Rekomendacii po vzdelyvaniyu luka repchatogo v usloviyah Respubliki Bashkortostan / I.Yu. Kuznecov, I.G. Asylbaev, B.G. Ahiyarov i dr.; Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Respubliki Bashkortostan; FGBOU VO Bashkirkij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Ufa : Bashkirkij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021. 77 s.
12. Satunkin I.V., Deryabin S.N., Kuz'menko S.S. i dr. Vliyaniye frakcii posadochnogo materiala luka repchatogo na

formirovanie urozhaya zelenogo pera pri vygonke // Sovershenstvovanie inzhenerno-tehnicheskogo obespecheniya proizvodstvennykh processov i tekhnologicheskikh sistem: Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 70-letnemu yubileyu nachala osvoiniya celinnyh i zaleznyh zemel' v Orenburgskoj oblasti, Orenburg, 02 fevralya 2024 goda. M.: OOO "Izdatel'stvo "Pero"", 2024. S. 789–792.

13. Sheykhbaglou R., Sedghi M., Mobasser S. Effect of harvest time and height on seed quality and enzyme activity in onion

(Allium cepa L.) seeds // Iranian Journal of Plant Physiology. 2023. T. 13. № 3. С. 4609–4616.

14. Yield of different onion varieties depending on the level of mineral nutrition and growth regulators in the conditions of the Southern Forest-steppe of the Republic of Bashkortostan / M. Cherkashina, R. Alimgafarov, I. Kuznetsov, A. Cherkashina // X International Annual Conference "Industrial Technologies and Engineering" (ICITE 2023), Shymkent, Kazakhstan, 09–10 ноября 2023 года. Vol. 474. Les Ulis, 2024. P. 03007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447403007>

Поступила в редакцию 10.12.2024

Принята к публикации 24.12.2024

УДК 57.043+51-76

DOI: 10.31857/S2500208225010096, EDN: CSUPSW

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И АРХИТЕКТОНИКА СТЕБЛЕЙ КАК ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЛАКОВЫХ РАСТЕНИЙ К ПОЛЕГАНИЮ

Ирина Владимировна Ариничева, доктор биологических наук, профессор
Владимир Георгиевич Григулецкий, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия
E-mail: loukianova7@mail.ru

Аннотация. Рост урожайности хлебных злаков — результат современного подхода к процессу выращивания и уборки, внедрения новых приемов селекционной работы, основанных, в том числе, на методах математического моделирования «идеального» сорта (высокоурожайного и устойчивого к различным неблагоприятным факторам). Полегание посевов приводит к значительным потерям урожая, ухудшению его качества. В статье описаны разработанные нами методы определения физико-механических свойств тканей (модуль Юнга, пределы упругости и текучести) и параметров архитектоники злаковых растений (длина стебля, его наружные и внутренние диаметры у корня и колоса или метелки, масса колоса, метелки или початка), которые можно считать статистически достоверными и использовать для построения модели полегания. Полученные многолетние данные полевых, вегетационных и лабораторных опытов рекомендованы при выведении новых сортов и гибридов, устойчивых к полеганию. Междисциплинарные исследования проведены на стыке биологических и математических наук для нахождения особенностей устойчивости к полеганию стеблей озимых и яровых злаков в зависимости от сорта и вида. Построены диаграммы «напряжение-деформация» для всех культур, сортов и гибридов в три фазы вегетации, с помощью которых составлен алгоритм подбора оптимальных параметров устойчивости к полеганию злаковых растений.

Ключевые слова: злаки, полегание, селекция, устойчивость к полеганию, стебель, стержень, изгиб, параметры архитектоники, физико-механические свойства

PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES AND ARCHITECTONICS OF STEMS AS INDICATORS OF CEREAL PLANTS RESISTANCE TO LODGING

I.V. Arinicheva, *Grand PhD in Biological Sciences, Professor*
V.G. Griguletsky, *Grand PhD in Technical Sciences*
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia
E-mail: loukianova7@mail.ru

Abstract. The increase in the yield of cereals, the main food product of the planet's population, is the result of a modern approach to the process of growing and harvesting, the introduction of new techniques of breeding work, based, among other things, on the methods of mathematical modeling of the "ideal" variety — high-yielding and resistant to various unfavorable factors. Lodging of crops leads to significant losses of the crop, deterioration of its quality. Since ancient times, famous scientists have tried to describe the behavior of the stem as an elastic rod from the point of view of mathematics and technical mechanics. The article describes the methods we developed for determining the most important physical and mechanical properties of tissues (Young's modulus, elasticity and yield strength limits) and the parameters of the architectonics of cereal plants (stem length, outer and inner diameters of the stem at the root and at the ear or panicle, weight of the ear, panicle or cob), which are statistically reliable and are used to build a lodging model. The obtained long-term data of field, vegetation and laboratory experiments are recommended to be used in breeding new varieties and hybrids resistant to lodging. Interdisciplinary research was conducted at the junction of biological and mathematical sciences to find the features of resistance to lodging of stems of winter and spring cereals depending on the variety and species. Stress-strain diagrams were constructed for all crops, all varieties and hybrids in three phases of vegetation, with the help of which we compiled an algorithm for selecting the optimal parameters of resistance to lodging of cereal plants.

Keywords: cereals, lodging, selection, resistance to lodging, stem, rod, bending, parameters of architectonics, physical and mechanical properties