

УДК 631.5:581.149:636.084:636.4:636.085.16

РЕЗУЛЬТАТЫ 33 ЛЕТ ВЫРАЩИВАНИЯ В АГРОЦЕНОЗЕ И ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ В КАЧЕСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ СУБСТАНЦИИ

¹Тимофеев Н.П., ²Биндасова Т.Н.

¹КХ БИО; 165650, Россия, г. Коряжма; e-mail: sciens@leuzea.ru

Описываются результаты длительного возделывания в условиях промышленной плантации (Архангельская обл.) и практического использования левзеи сафлоровидной в качестве культуры двойного назначения: зоотехнического (кормового) и ветеринарного (лечебно-профилактического). Установлено устойчивое продуцирование надземной массы с 5-го по 33-й годы жизни, с высоким уровнем содержания экидистерона (4000-6000 мг/кг). Применение субстанции в рационе кормления свиней (20 мг/кг) приводило к возрастанию среднесуточного прироста на 24-33%, снижению падежа молодняка в 1.6-2.5 раза, уменьшению расхода кормов на 11-17%. Наиболее эффективное использование достигалось при использовании в рационе с высокобелковыми кормами (бобовые и крестоцветные).

Ключевые слова: левзея сафлоровидная, агропопуляции, надземные части, экидистерон, продуктивность, кормление, среднесуточный прирост, падеж

Введение. Левзея сафлоровидная (синонимы: *Leuzea carthamoides* DC; *Stemmacantha carthamoides*, *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iliin) – универсальная многолетняя культура многостороннего использования. С 1960-х годов введен в культуру, в том числе на Европейском Севере и используется в качестве зоотехнической (кормовой) и ветеринарной (лечебно-профилактической) субстанции [1]. Практическое значение имеют как подземные части (корни с корневищами), так и надземные листовые – они оба включены в официальные фармакопеи Российской Федерации и Республики Беларусь, при отсутствии токсичности и каких-либо противопоказаний при использовании [2]. Синтезирует биологически активное вещество экидистерон в повышенных количествах (синонимы: 20-гидроксиэкизон, 20E) (рис. 1) и его аналоги (минорные компоненты) из класса фитоэкидистероидов (ФЭС) [3].

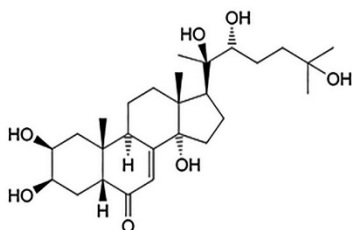


Рис. 1. Химическая структура экидистерона, по [3]

Важные хозяйственные эффекты, которые достигаются для животных и человека при применении левзеи сафлоровидной – анаболический, антистрессовый, антимикробный, антиоксидантный, адаптогенный [2].

Надземные части, в отличие от корней с корневищами, являются ежегодно возобновляемым и сезонно отчуждаемым ресурсом, поскольку биоактивное вещество имеет свойство перераспределяться и накапливаться в молодых и интенсивно развивающихся

органах (листья растущие, апикальные части стеблей, почки и семена) [1]. Неперспективно ориентироваться на технологию культивирования с заготовкой подземных частей, поскольку изъятие продукции происходит одноразово в онтогенезе, при котором плантация перестает существовать, а само растительное сырье из корневищ с корнями будет низкокачественным (инфицировано почвенной микрофлорой, приводящим к резкому снижению содержания экидистерона) и экономически невыгодным [4].

Исходя из вышесказанного, культивируемые агроценозы левзеи сафлоровидной с ежегодно отрастающей листовой массой и высоким содержанием экидистерона имеют неоспоримые преимущества перед заготавливаемыми по лицензии в горах корнями и корневищами левзеи.

К сожалению, в изданных монографиях по технологии культивирования левзеи сафлоровидной (маральего корня) в России и за рубежом не изучено качество получаемого растительного сырья, исходя из накопления экидистерона [5, 6]. Другая же проблема заключается в том, что несмотря на почти вековую историю культивирования (первые посевы в СССР датируются в Сибири от 1926 года), на практике не удается обеспечить длительное использование вида. Если на субальпийских лугах онтогенез вида длится 50-75 лет и где сенильные растения в популяции обычно отсутствуют [5], то в полевых производственных условиях длительность жизненного цикла сокращается до 5-6 лет, а длительность хозяйственного использования обычно не превышает 3-4 года.

Целью нашего исследования было проведение анализа 33-летнего опыта культивирования левзеи сафлоровидной в условиях промышленно эксплуатируемой плантации Европейского Севера, а также оценить результаты применения в животноводстве. Ставилась задача: выявить потенциал долголетия и продуктивности в онтогенезе; изучить закономерности накопления экидистерона в ежегодно отчуждаемой надземной массе, изучить анаболический и оздоровительные эффекты при применении малых доз в свиноводстве.

Объект, материалы и методы

Исследования выполняли в период с 1989 по 2022 гг. на юго-востоке Архангельской области, в подзоне средней тайги, на полевом участке левзеи сафлоровидной площадью 1 га, заложенной в 1989 году (рис. 2). Территория относится к подзоне средней тайги; особенностями климата являются: короткий безморозный период, значительная облачность, избыточное увлажнение. Предшественниками были пропашные и однолетние на зеленый корм. Предпосевная обработка почвы – вспашка на глубину 22-25 см, дискование и культивация с одновременным боронованием, прикатывание. Посев подзимний с междурядьями 70 см. Норма высева семян 2.7 кг/га при полевой всхожести 58 %; глубина заделки семян 2-3 см. Минеральные удобрения (NPK₆₀₋₉₀) вносили только в первые три года после посева; далее культивирование вели по типу органического земледелия: минеральные и органические удобрения, химические средства защиты и регуляторы роста растений, гербициды не применяли. Отчуждение урожая надземной массы ежегодно, одноразовое (в июне).



Рис. 2. Агропопуляция *L. carthamoides*: а) развитие в 1 год жизни из семян (снизу); б) фаза цветения в генеративном периоде (сверху). *Источник:* составлен авторами.

Почвы супесчаные, дерново-среднеподзолистые; по комплексу агрохимических показателей относится к высококультурным минеральным. Содержание гумуса в пахотном слое 3.6%; органического вещества 3.1%. Кислотность корнеобитаемого слоя оптимальная (pH_{KCl} обменная 6.4-6.5; pH гидролитическая 0.7 мг-экв); насыщенность основаниями высокая (12.4 мг-экв, или 93.5%). По элементам питания обеспеченность фосфором высокая (P_2O_5 подвижный, 31.2 мг/100 г почвы), калием – средняя (K_2O подвижный 9.6 мг/100 г); содержание Ca – 6.4 и Mg – 1.0 мг-экв/100 г.

Возрастные состояния учитывали по доминирующей группе особей. Выделяли виргинильный (прегенеративный), генеративный и сенильный (постгенеративный) периоды онтогенеза. В виргинильный период выделяли следующие возрастные состояния: проростки (*p*), ювенильные (*j*), иматурные (*im*) и взрослые вегетативные растения (*v*), в генеративном – молодые (*g1*), средневозрастные (*g2*) и старые генеративные растения (*g3*), в сенильном – субсенильное возрастное состояние (*ss*). Календарный (абсолютный) возраст популяций отсчитывался со времени появления всходов. Динамику роста учитывали по высоте наиболее развитых побегов от уровня почвы. Ширину листовой пластинки измеряли в самом широком месте, распрямив лист.

Валовую продукцию популяций устанавливали с учетом надземной и подземной фитомассы в сухом виде, умноженной на фактическую плотность агроценоза в изучаемом возрасте. Плотность изучали с использованием метода учетных площадок размерами 60-80 м², закладываемых в 6-9 точках по диагонали поля. Семенное плодonoшение выявляли методом учета всех плодonoсящих соцветий, исходя из выхода выполненных семян (%) и массы 1000 шт (г).

Растительный материал (органы, элементы и фракции) сушили при переменной температуре от 23-25 до 35-40 °С и относительной влажности воздуха 25-40%. Образцы из воздушно-сухого сырья формировали методом квартования, хранили в полиэтиленовых пакетах при комнатной температуре в темном месте. Количественное содержание экидистерона в образцах определяли методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ-ВЭЖХ) с компьютерной обработкой данных по методу внутреннего стандарта; анализы выполнялись в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН.

Использовали жидкостный микроколоночный хроматограф «Милихром-5» (колонокка 80×2 мм, сорбент Nucleosil C18 с размером частиц 5 мкм) (ООО «Медикант», Россия); элюент: раствор ацетонитрила, этанола в воде, подкисленный уксусной кислотой в режиме

градиентного элюирования компонентов при скорости 100 мкл/мин; УФ-детектор ($\lambda=242$ нм). Учитывали средние значения 2 биологических и 3 аналитических повторностей (% от воздушно-сухого вещества). Качественный состав определяли по соотношению долевого участия наиболее активного соединения экидистерона (20E) к слабоактивному экидизону (E) – 20E/E.

Математическую обработку показателей проводили стандартными методами вариационной и корреляционной статистики с помощью модуля Statistica программы Excel 2016. Использовали параметры генеральной (по результатам сплошного учета) и выборочной совокупности. Использовали статистические значения средней со среднеквадратичными отклонениями ($X \pm m$); коэффициента вариации (C_v , %) – которую оценивали по следующей шкале: $\leq 7\%$ – очень низкий, 7-15% – низкий, 15-25% – средний, 26-35% – повышенный, 36-50% – высокий, $\geq 50\%$ – очень высокий.

Результаты и их обсуждение

1. *Параметры развития вида в онтогенезе.* Жизнедеятельность вида в условиях описываемой агропопуляции по итогам 33 лет выращивания можно подразделить на два этапа: а) формирование ценопопуляции (с 1-го по 5-й год жизни); б) дальнейшее устойчивое продуцирование надземной массы с высоким уровнем биосинтеза экидистерона. В первые 5 лет происходит интенсивное развитие особей: проростки в 1-й год проходят иматурные и ювенильные возрастные состояния, на 2-й год достигают виргинильного состояния, который продолжается и на 3-й год жизни, а на 4-й год начинается переход в генеративный возраст, который закрепляется на 5-й календарный год. В дальнейшем (6-33 годы) интенсивный прирост прекратился и особи претерпевали только внутренние изменения, которые можно подразделить (по способности к продуцированию семян, анатомическому строению и целостности корневищ) на взрослый генеративный (6-8 годы жизни), старый генеративный (9-12 годы) и субсенильный возраст (13-33 годы жизни). Сенильный период не наступил.

Основу надземной фитомассы составляют многочисленные розеточные листья (вегетативные побеги) – они крупные черешковые, у взрослых растений более или менее глубоко перисто-рассеченные на 15-22 (0-27) долей, по окраске светло-, желто- или темно-зеленые, образуют розетку диаметром 55-90 (37-112) см. Размеры взрослых листьев достигают 60-90 (иногда до 120) см по длине и 25-33 см по ширине листовой пластинки. Цветоносные (генеративные) побеги высотой 110-140 (иногда до 180) см. Сроки массового цветения в условиях Европейского Севера приходятся с середины июня до конца июня. Развитие репродуктивных побегов до фазы бутонизации происходит за 15-25 суток (в зависимости от климатических особенностей сезона), цветения – за 45-55 суток, начала плодоношения – за 70-75 суток. С середины II декады июля данный тип побегов отмирает, а розеточные листья у вегетативных побегов продолжают функционировать вплоть до начала устойчивых заморозков с середины октября.

Если исходить из типов побегов, основой надземной фитомассы являются вегетативные (розеточные) побеги – их доля в структуре в первые 3 года жизни равна 100-93.3%; на 4-5 годы – 84.0-85.4%; и в дальнейшем (5-32 годы) практически не меняется – 84.4% (при минимальном коэффициенте вариации 6.3%). Вклад генеративных побегов в величину фитомассы незначителен на всем протяжении жизненного цикла – 6.7% на 3-й год; 6.0% на 4-й год; 4.6% на 5-й год; и 5.6% в среднем за период с 5-го по 32-й годы жизни (табл. 1).

Общее число побегов у особей в первые 5 лет последовательно возрастает по годам с 1.0 до 4.2 шт на 2-й год; 5.7 шт – на 3-й год; 17.2 шт – на 4-й год; 35.6 – на 5-й год жизни.

Максимальное количество зафиксировано во взрослом генеративном периоде на 6-9 годы (60.4-52.1 шт); минимальное пришлось на начало субсенильного возраста – на 13-15 годы (17.9-20.6 шт). В период стабильного функционирования агропопуляции с устойчивым продуцированием надземной фитомассы (с 5-го по 32-й годы) средняя численность побегов была равна 31.0 шт, а на начало 33-го года – 31.5 шт. Численность вегетативных побегов возрастает до 5-го года жизни (с 1.0 до 31.1 шт) и в дальнейшие годы держится примерно на таком же уровне (среднее 28.3 шт; $C_v = 37.9\%$).

Генеративные побеги с соцветиями начинают появляться с 3-го года, однако они отмирают, не достигая фазы плодоношения (высота их 3-42 см). На 4-й год на особи в среднем формируется 1.2 шт генеративных побега, из которых лишь незначительная часть (0.15 шт) цветет и завязывает полноценные семена; на 5-й год на особи 0.84 шт плодоносящих побега. В субсенильном возрасте численность генеративных побегов снова незначительна – 0.19 шт на 1 особь, что близко к параметрам природных популяций [5] и указывает на преимущественно вегетативный тип размножения (клонами после дезинтеграции материнского растения на относительно самостоятельные дочерние особи).

Таблица 1. Параметры развития надземных органов левзеи сафлоровидной по годам

Показатели развития	Ед-ца изм.	Возраст в онтогенезе					Период жизни	
		1 (<i>im</i>)	2 (<i>v</i>)	3 (<i>v</i>)	4 (<i>g1</i>)	5 (<i>g2</i>)	5-32 годы	
Год календарный	–	1990	1991	1992	1993	1994	X <i>g1-ss</i>	C_v , %
Число побегов:	шт	1.0	4.2	5.7	17.2	35.6	31.0	40.1
в т.ч. вегетативных	шт	1.0	3.8	5.1	16.0	31.1	28.3	37.9
- генеративных	шт	–	0.4	0.6	1.2	4.2	2.71	78.6
из них плодоносящих	шт	–	–	0.01	0.16	0.84	0.19	167.9
Высота побегов:								
- генеративные	см	–	–	3-42	90.3	114.0	125.0	8.1
- вегетативные	см	21.1	...	58.3	75.0	89.8	87.3	13.0
Ширина листьев	см	5.0	14.0	14.5	17.5	22.5	24.5	15.6
Масса надземной части	г	0.42	10.2	16.4	56.8	210.7	223.4	33.3
- доля листьев	%	100.0	100.0	93.3	84.0	85.4	84.4	6.3
Экдистерон в листьях	%	0.11	0.22	0.25	0.27	0.28	0.41	24.4

Примечания. Возраст особей в онтогенезе: *im* - иматурный; *v* - виргинильный; *g1*, *g2* - молодой и зрелый генеративный; *ss* – субсенильный. Прочерк – отсутствие явления, троеточие ... нет данных. Обозначения идентичны для всех таблиц. *Источник:* Составлен авторами (все таблицы).

2. *Продуктивность агропопуляции в онтогенезе.* Продуктивность является интегральным показателем, характеризующим валовую продукцию с учетом плотности. Густота всходов составляла на 1 га: в 1-й год жизни 114 тыс. шт; начиная с 3-4-го года и по 10-й год, равнялась 27-24 тыс. шт, с 13-го по 15-й – 16-20, далее колебалось по годам с 22-30 до 20-23 тыс. шт. В целом субсенильном возрасте (13-32-й годы) среднее значение плотности 24.5 тыс. шт/га. В пересчете на весовую норму, с 4-5-кратным запасом на единицу площади и квалифицированном уходе, потребность семян для высева составляет около 3 кг/га (при средней массе 1000 семян 15 г и полевой всхожести около 60 %).

В первоначальные три года жизни сухая надземная масса ювенильных, иматурных и

виргинильных особей незначительна и равна 0.3-6.2-16.4 г, не представляя интереса с целью ее отчуждения (табл. 2). С 4-го года жизни (начало генеративного возраста), фитомасса надземных органов возрастает до 56.8 г. На 5-й год жизни наблюдается массовый переход особей популяции в генеративное возрастное состояние и выход на средние параметры развития – 210.7 г надземной фитомассы (при средних 223.4 г за период онтогенеза с 5-го по 32-й год). Зрелый генеративный возраст агропопуляции пришелся на 6-8 годы жизни, в этот период зарегистрированы максимальные показатели надземной массы (соответственно 354, 352 и 282 г на 1 особь).

На начало субсенильного возраста (13-17 годы жизни), которое сопровождалось постепенным разрушением корневой системы первичной особи (в зоне главного корня) и расчленением ее на дочерние, приходится минимальная величина надземных органов в онтогенезе: 142.7-95.1-118.0 г/особь. В последующие годы отмечается возрастание величины фитомассы надземных органов в новом цикле вегетативно омоложенных особей, при этом среднее значение данного показателя за период с 5-го по 32-й год жизни (223.4 г) близко к значению за 5-й год жизни (210.7 г).

Таблица 2. Продуктивность агропопуляции левзеи сафлоровидной в онтогенезе

Показатели развития	Ед-ца изм.	Возраст в онтогенезе					Период жизни	
		1 (<i>im</i>)	2 (<i>v</i>)	3 (<i>v</i>)	4 (<i>g1</i>)	5 (<i>g2</i>)	5-32 годы	
Год календарный	–	1990	1991	1992	1993	1994	Xg1-ss	Cv, %
Плотность на 1 га	тыс.шт	31.5	28.3	27.5	27.3	24.0	24.1	14.7
Масса 1 особи:								
- надземных частей	г	0.42	10.2	16.4	56.8	210.7	223.4	33.3
- подземных частей	г	0.30	4.7	11.9	38.2	141.3	246.3	23.8
Соцветия развитые	шт/особь	–	–	0.01	0.16	0.84	0.19	167.9
Продуктивность:								
- надземная часть	кг/га	13.2	289	452	1553	5046	5338	33,0
- подземная часть	кг/га	9.5	133	328	1044	3384	6092	25.3
- семена	кг/га	–	–	0.17	8.0	30.3	1.31	49.6

Масса подземных частей (корней с корневищами в сухом виде) возрастает вслед за надземной – в первые 3 года она также незначительна (0.3-4.7-11.9 г), за 4-й год равна 38.2 г; на 5-й год – 141.3 г. Максимальная величина в генеративном периоде – 270.6-354.4-303.7 г за 6-10 годы жизни. Среднее значение массы подземных органов в целом субсенильном возрасте (13-32 годы) равно 217.3 г. Усредненное значение массы корней с корневищами в период с относительно устойчивым продуцированием надземной фитомассы (с 5-го по 32-й год жизни) равно 246.3 г (Cv =23.8%). Растения продолжали нормально отрастать и вегетировать и на 33-й год жизни. Величина подземных частей после перезимовки составило 268.5 г (Cv = 28.6%). Для надземных частей на 33-й год жизни получены следующие данные: сухая масса 259.5 г; доля вегетативных побегов 89.9% (при высоте 92.4 см); высота генеративных побегов 147.8 см.

Урожайность семян в первые три года отсутствовала; на 4-5 годы жизни она составила 8 и 30 кг/га; наивысшая пришлась на 6-7-й год – 108 и 78 кг/га; снижаясь в старогенеративном возрасте (8-10 годы) до 50-26-5 кг/га. После перехода в субсенильный возраст, где доминирует вегетативное размножение, средний ежегодный выход семян за 27 лет культивирования равен 1.3 кг/га. Коэффициент семенного размножения равен 3.3 (с 13 по 32-й год жизни).

Оценка валовой продукции агропопуляции следующая: она мизерна в первые два года и составляет на 3-й год 452 кг/га надземной и 328 кг/га подземной фитомассы. На 4-й год жизни продуктивность популяции начинает примерно соответствовать литературным данным – 1553 кг/га для надземной части и 1044 кг/га для подземной (табл. 2). В дальнейшем продуктивность продолжает увеличиваться, составляя на 5-й год 5046 и 3384 кг/га соответственно; и выходит на пик в зрелом генеративном возрасте – около 8500 кг/га на 6-7-й год для надземных и на 7-8-й год для подземных органов. В старом генеративном и субсенильном возрасте фитомасса начинает снижаться. В целом, в функционально развитом возрасте с 5-го по 32-й годы жизни, средняя расчетная продуктивность надземной части агропопуляции за 27 лет составила около 5338 кг/га ($Cv = 33.0\%$); для подземной она равна 6092 кг/га ($Cv = 25.3\%$).

3. *Содержание экидистерона в надземной части.* Динамика накопления экидистерона в листовых органах вегетативных побегов в онтогенезе по календарным годам и возрастным состояниям следующая: содержание его в листовых органах вегетативных органов минимально в 1-й год – 0.06-0.11%, затем возрастает последовательно до 0.19-0.28% с 2-го по 5-й год жизни (табл. 1). В генеративном периоде она стабилизируется на уровне 0.29-0.33 % (на 6-10 годы) и возрастает до 0.44-0.40% во время перехода с генеративного в субсенильный возраст (11-13 годы). В дальнейшем (16-32 годы), при минимальной репродукции (в среднем 1 плодоносящее соцветие на 5 растений), уровень содержания экидистерона в вегетативных побегах оставался на высоком уровне 0.41% (варьирование 20Е по годам от 0.28 до 0.64%; при колебании численности плодоносящих соцветий от 0.001 до 1.13 шт).

Коэффициент взаимной связи значимая между суммарной величиной надземной массы и содержанием экидистерона в розеточных побегах за 32 года культивирования ($R^2 = 0,768$). Комплекс коррелятивных параметров особей в онтогенезе, сочетающихся с наивысшим уровнем накопления экидистерона в вегетативных побегах левзеи: концентрация экидистерона – 0.56-0.64%: длина розеточных листьев – 97-119 см (максимум); доля розеточных листьев в структуре фитомассы – 91-94 % (максимум); число плодоносящих соцветий – 0.016-0.021 шт/особь (минимум); суммарная величина надземной фитомассы (вместе с генеративными побегами) – 270-320 г (что выше средней на 20-40%).

Приближенная оценка валового синтеза и накопления экидистерона в оптимальном эксплуатируемом возрасте (с 5-го по 32-й годы) составляет: в надземной сфере (при амплитуде содержания 20Е 2.8-6.4 г/кг) – около 22 кг/га ежегодно или примерно 600 кг экидистерона за 27 лет эксплуатации. В подземной сфере содержится (при ориентировочной концентрации 20Е 0.3-0.5 г/кг) около 2.4 кг/га экидистерона, но которая может отчуждаться лишь однократно в жизненном цикле. Таким образом, около 90% ежегодно синтезируемого экидистерона концентрируется в надземной сфере агропопуляции. Если же исходить из потенциала жизненного цикла промышленно эксплуатируемой популяции, с учетом возможности кратности изъятия фитомассы, экидистерон на более чем 99 % сконцентрирован в надземной сфере левзеи сафлоровидной.

4. *Качественные параметры надземной массы из левзеи сафлоровидной.* Ценность левзеи сафлоровидной для зоотехнического применения, кроме экидистерона, имеет высокая питательная ценность, которая обусловлена содержанием больших количеств растительного белка. В свою очередь, итоговый уровень концентрации протеина и клетчатки в надземной массе зависит от соотношения стеблей и листьев (облиственности). И чем выше доля листьев в структуре урожая, тем выше и содержание в нем протеина.

Левзея принадлежит к группе растений с наивысшей облиственностью – от 68-80 до 84-95%. Для сравнения, бобовые имеют среднюю облиственностью – например, козлятник восточный (60-70%), лядвенец рогатый (50%), клевер розовый (до 50%). Злаковые растения характеризуются с невысокой облиственностью (от 30-41 до 41-55% в чистом виде и из травосмесей). Кормовая ценность складывается из следующих показателей – протеин сырой до 34%, клетчатка сырая 12.7%, сахар 12.3%, сухое вещество 22%, кормовые единицы 1.3; обменной энергии 12.2 Мдж/кг [7].

Содержание сырого протеина изменчиво в разрезе различных фракций вегетативных побегов левзеи сафлоровидной и зависит от этапа их развития в сезонном цикле. Разброс по 7 фракциям во время фазы бутонизации следующий (при средних 27.1%; $C_v=57.0\%$): наивысшая концентрация во фракциях молодых листьев (33-29 %), затем во фракциях взрослых листьев (растущие 27 %; развитые 24 % и стареющие 21 %). Во фракции старых листьев протеина содержится около 18 %, а во фракции отмерших – 16 % (или 49 % относительно молодых листьев). Динамика содержания клетчатки противоположна динамике протеина – 12-16 % у молодых листьев, 17-20 % у взрослых, 25 % у старых.

Наблюдается сдвинутое во времени развитие между отдельными фракциями, которое отражается и на их химическом составе: белковых веществ (как основа ферментативных биохимических реакций жизнедеятельности) и клетчатки (как структурного строительного материала) с экдистероном (уже как вторичного продукта метаболических реакций ферментного биосинтеза). Усредненные концентрации рассматриваемых компонентов по 5 уборочным фракциям составляют (для фазы бутонизации): экдистерона – 3450 мг/кг ($C_v=29,1\%$); протеина – 27,5 % ($C_v=17,7\%$); клетчатки – 16,9 % ($C_v=18,4\%$).

Важным показателем доброкачественности лекарственного сырья левзеи служит соотношение суммы высокоактивного экдистерона (активность 7.5×10^{-9} М) к слабоактивному экдизону (активность 1.1×10^{-6} М), поскольку менее активные экдистероиды могут полностью или частично блокировать физиологическое действие более активных соединений, содержащихся в экстрактах растений [1]. Желательно, чтобы относительная чистота экдистерона была не менее 95 % ($\geq 20:1$), лучше 97 % ($\geq 30:1$), а в идеале – почти полное отсутствие минорных и слабоактивных компонентов ($\geq 1000:1$). В противном случае исходное сырье приходится подвергать сложной многоступенчатой хроматографической процедуре очистки от неактивных примесей ФЭС.

Качественное соотношение экдистерона к экдизону (20E/E) у вегетативных побегов левзеи за 33 года жизни меняется следующим образом: у имматурных и виргинильных растений оно выше 1000:1 (1-3 годы), у молодых генеративных (фаза бутонизации) около 980:1. У взрослых генеративных растений при переходе к фазе цветения показатель уменьшается до 20–6:1, а к началу сроков плодоношения – до 3-4:1. В субсенильном периоде (13-32 годы), когда семенное размножение подавлено, экдизон синтезируется в следовом количестве ($\leq 0,001\%$) – соотношение 20E/E варьирует по годам от 560-900:1 до 60-80:1, что отвечает требованию относительного качества чистоты $20E \geq 97\%$.

При дальнейшем исследовании характеристик субстанции, заготовленной из рассматриваемой агропопуляции, нами установлена: “высокая степень доступности экдистерона из субстанции в водные экстракты, в диапазоне температур от -10 до +100 °С, при последующей сохранности действующих веществ в течение суток на 93-98%. Суммарный выход экстрактивных веществ составляет 50.2% (при нормативе 12.0%). Комплексная биологическая активность экстракта в биотестах характеризовалась стимулирующим

действием при высокой степени разведения (10^{-9} - 10^{-11} М в расчете на экидистерон) и ингибирующим при малом разведении (1:100). Лекарственное сырье соответствует установленным санитарно-токсикологическим нормативам безопасности по содержанию загрязняющих веществ: в нем не накапливаются тяжелые металлы (Hg, Cd, As, Zn; Ni, Cu, Cr) выше фонового уровня; отсутствуют запрещенные хлор- и фосфорорганические соединения; содержание радионуклидов, нитратов и нитритов ниже норм ПДК” [8, с. 480].

5. *Результаты применения субстанции из надземной части левзеи с экидистероном в животноводстве.* Первые результаты массового применения субстанции из рассматриваемой агропопуляции на основе листовой части левзеи в промышленном животноводстве нами были получены по свиноводческому комплексу подсобного сельского хозяйства (ПСХ) АО «Котласский ЦБК» (Архангельская область; поголовье 1,6 тыс. шт, длительность эксперимента 12 месяцев). Где его ежедневно применяли в форме гранулированной травяной муки из надземной части левзеи, в расчете 20 мг на 1 кг живого веса: супоросным свиноматкам, пороссятам-отъемышам и откормочному поголовью в возрасте 2-4 месяца (рацион на основе пищевых отходов предприятий общественного питания с неблагоприятным фитосанитарным составом, сопровождающейся диспепсией). В итоге произошло оздоровление стада и снижение падежа (смертности) новорожденных пороссят в 2.1-2.7 раза, а анаболический эффект выразился в увеличении выхода продукции стада в живом весе на 40,6 % [9].

На втором этапе там же (в ПСХ) проводили изучение эффективности совместного применения субстанции из левзеи сафлоровидной (дозировка 20 мг/кг) в парном сочетании с различными растительными кормами (дозировка в размере 9% к стандартному рациону по сухому веществу, длительность кормления по 2 месяца, клеточный режим содержания). Варианты – а) травяная мука из злакового разнотравья; б) зеленая масса однолетних культур (смесь: горох посевной, рапс яровой, овес посевной); в) зеленая масса козлятника восточного; г) отходы овощных культур из столовых общественного питания.

Синергический эффект по валовому привесу от применения различных добавок наиболее ярко был выражен для обогащенных протеином, витаминами и другими биоактивными веществами культур (+25-30%):

- а) левзея (20 мг/кг) + травяная мука из злаковых трав = +18,5%;
- б) левзея (20 мг/кг) + зеленая масса однолетних трав = +25,1%;
- в) левзея (доза 20 мг/кг) + зеленая масса козлятника восточного = +28,4%;
- г) левзея (доза 20 мг/кг) + отходы овощных культур = +29,8%.

В дальнейшем работы выполнены в строго контролируемых условиях, в племенном свиноводческом хозяйстве АО “Заречье” (Кировская обл.), совместно с лабораторией ветбиотехнологии ФГБНУ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (г. Киров). Результаты – введение в рацион питания пороссят-отъемышей описываемой субстанции из агропопуляции левзеи живая масса в опытных группах превысил результат в контроле на 15-22%, а интенсивность среднесуточного прироста массы тела на 24.0-32.8%; заболеваемость животных снизилась в 1.6-2.5 раза и сохранность составила 100% [1].

Сопоставимые результаты были получены и в экспериментах с использованием химически чистого экидистерона 96% чистоты, выделенного также из левзеи сафлоровидной и проведенного в НИИ животноводства Чехии. Эффективность была обнаружена в минимальной дозировке 0,2 мг/кг массы тела, приводящей к более высоким значениям

среднесуточного прироста и улучшению отложения азота в составе пищевого белка. Анаболический эффект через 30 дней применения составил 12-16%, при одновременном снижении расхода кормов на 11-17% на 1 кг прироста живой массы [10].

Выводы. По итогам длительного выращивания левзеи сафлоровидной *Leuzea carthamoides* в агроценозе Архангельской области (с 1989 по 2022 год) методом органического земледелия (без использования минеральных удобрений, гербицидов и инсектицидов) и применения получаемой субстанции из надземной фитомассы в практическом животноводстве, получены следующие результаты:

1. Левзея сафлоровидная является культурой для возделывания вне севооборота и необходима для масштабного производства высокоэффективных экдистерон содержащих субстанций двойного назначения: зоотехнического (кормового) и ветеринарного (лечебно-профилактического). Имеет прямой анаболический и оздоровительный эффект, экономически выгодна, не имеет проблем с безопасностью и токсичностью, сочетается с другими средствами.

2. Длительность жизненного цикла агропопуляции в полевых производственных условиях Европейского Севера с влажным и прохладным климатом составляет свыше 33 лет, с периодом хозяйственного использования более 27 лет. Оптимальным является густота взрослых растений 28-23 тысяч экземпляров на 1 га, которая достигается при норме высева семян около 3 кг/га (с 4-5-кратным их запасом на единицу площади и квалифицированном уходе).

3. В первые пять лет жизни происходит формирование ценопопуляции в ходе интенсивного роста и развития, а на дальнейшем этапе – устойчивое продуцирование надземной фитомассы с высоким уровнем биосинтеза экдистерона (с 5-го по 33-й годы жизни). Среднегодовая величина продукции надземной части за период 5-32-й годы жизни составила около 5300 кг/га; для подземной около 6100 кг/га; выход же семян крайне низкий (1.3 кг/га).

4. Биосинтез и накопление экдистерона связано с вегетативным типом размножения. Комплекс коррелятивных параметров особей в онтогенезе, сочетающихся с наивысшим содержанием экдистерона в листьях левзеи сафлоровидной: концентрация экдистерона – 0.56-0.64%; длина листьев – 97-119 см; доля розеточных листьев в структуре надземной массы – 91-94%; число плодоносящих соцветий – 0.016-0.021 шт/особь; суммарная величина всей надземной фитомассы 270-320 г. Экдистерон изымаемый за 27 лет эксплуатации на 99% сконцентрирован в надземной сфере и составляет около 600 кг/га.

5. Ценность надземных частей левзеи обусловлена содержанием больших количеств протеина в листовых органах, доленое участие которых в структуре урожая 85-100%. Питательная ценность: протеин сырой до 34%, клетчатка сырая 12.7%, сахар 12.3%, сухое вещество 22%; кормовых единиц 1.3, обменной энергии 12.2 Мдж/кг. Содержание экдистерона – 4000-6000 мг/кг (при норме 1000 мг/кг), с относительной чистотой свыше 97%. Суммарный выход экстрактивных веществ составляет 50.2 % (при нормативе 12.0%).

6. Выявлены устойчивый анаболический и оздоровительные эффекты при использовании малых доз в промышленном животноводстве. Применение в рационе кормления свиней (20 мг/кг) приводило к возрастанию среднесуточного прироста на 24-33%, снижению падежа молодняка в 1.6-2.5 раза, уменьшению расхода кормов на 11-17%. Наиболее эффективное использование достигалось совместно с высокобелковыми кормами (бобовые и крестоцветные культуры).

Список литературы

1. Ивановский А.А., Тимофеев Н.П., Латушкина Н.А. Растения как источник фитобиотиков и фармпрепаратов для животных: Монография. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. 2022. 136 с.
2. Shikov A.N., Narkevich I.A., Flisyuk E.V., Luzhanin V.G., Pozharitskaya O.N. Medicinal plants from the 14th edition of the Russian Pharmacopoeia, recent updates // Journal of Ethnopharmacology. 2021. V. 268: 113685.
3. Dinan L., Dìoh W., Veillet S. et al. 20-Hydroxyecdysone, from Plant Extracts to Clinical Use: Therapeutic Potential for the Treatment of Neuromuscular, Cardio-Metabolic and Respiratory Diseases // Biomedicines. 2021. V. 9. No 5: 492.
4. Биндасова Т.Н., Тимофеев Н.П., Пунегов В.В. Содержание эктистерона в подземных частях фармакопейного вида *Rhaponticum carthamoides* / Химия и технология раст. веществ. Сыктывкар: ИХ УрО Коми НЦ. 2022. С. 18.
5. Постников Б.А. Маралий корень и основы введения его в культуру. Новосибирск: СО РАСХН. 1995. 276 с.
6. Галамбози Б., Киракосян Г.М., Лужанин В.Г. Выращивание эфиромасличных и лекарственных растений в условиях Севера: Монография. СПб: СпецЛит. 2018. 318 с.
7. Тимофеев Н.П. Протеиновая ценность новых культур в условиях европейского Севера: Теоретическое обоснование и практическая реализация / Нетрадиц. прир. ресурсы. М.: РАЕН, 2002. Вып. 6. С. 115-139.
8. Тимофеев Н.П. Фитохимическая характеристика и активность лекарственного сырья из листовой части фармакопейного растения левзеи //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. № 4. С. 480-495.
9. Тимофеев Н.П. Результаты практического внедрения в свиноводство рапонтикума сафлоровидного в качестве эктистероидного сырья / Мат-лы III Межд. конф. по селекции, технологии возделывания и переработки нетрадиц. растений. Симферополь: РАСХН-УААН, 1994. С. 166-167.
10. Kratky F., Opletal L., Hejhalek J., Kucharova S. Effect of 20-hydroxyecdysone on the protein synthesis of pigs // Zivocisna Vyroba. 1997. N 42. P. 445-451.
- 11.

RESULTS OF 33 YEARS OF CULTIVATION IN AGROCENOSIS AND USE *LEUZEA CARTHAMOIDES* AS A BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE

¹Timofeev N.P., ²Bindasova T.N.

¹CF BIO; 165650, Russia, Koryazhma; e-mail: sciens@leuzea.ru

The results of long-term cultivation in the industrial plantation and practical use of *Leuzea carthamoides* as a dual-purpose crop: zootechnical (fodder) and veterinary (therapeutic and prophylactic) are described. Stable production of above-ground mass from the 5th to the 33rd years of life, with a high level of ecdysterone content (4000-6000 mg/kg) was determined. Its application in pig food (20 mg/kg) increased the average daily growth by 24-33%, decreased the number of dead pigs by 1.6-2.5 times and decreased the feed consumption by 11-17%. The most efficient use was achieved with high-protein feeds (legumes and crucifers) in the ration.

Keywords: *leuzea carthamoides*, agropopulations, aerial parts, ecdysterone, productivity, feeding, average daily gain, mortality.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук



**РАЗВИТИЕ
СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВА,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Материалы
Всероссийской научной конференции с международным участием,
посвященной 110-летию Пермского НИИСХ
(Пермь, 5-7 июля 2023 года)

Пермь
2023

Министерство науки высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук

Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

**Развитие
современных систем земледелия и животноводства,
обеспечивающих экологическую безопасность
окружающей среды**

Материалы
Всероссийской научной конференции с международным участием,
посвященной 110-летию Пермского НИИСХ
(Пермь, 5-7 июля 2023 года)

Пермь
2023

УДК: 631.4:631.8:633:636.08

ББК 40.0

Р 17

Редакционная коллегия: *К.Н. Корляков*, канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе «Пермского НИИСХ» – филиала ПФИЦ УрО РАН (отв. за выпуск); *М.Т. Васбиева*, ученый секретарь, канд. биол. наук; *Т.Н. Лисина*, канд. биол. наук, зав. лаб. агробиофотоники; *А.В. Старцева*, науч. сотр. лаб. БАК.

Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 110-летию Пермского НИИСХ, 5-7 июля 2023 г. / науч. редкол. К.Н. Корляков [и др.]. – Пермь: Из-во «ОТ и ДО», 2023. – 466 с. – 200 экз. ISBN 978-5-4367-0276-6

Сборник содержит доклады участников Всероссийской научной конференции с международным участием «Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды», посвященной 110-летию Пермского НИИСХ. В сборнике отражены результаты исследований ученых Российской Федерации, Республики Беларусь и Турции по проблемам сохранения плодородия различных типов почв, повышения продуктивности с.-х. угодий за счет совершенствования элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия. применения приемов прецизионного земледелия, селекционной работы с экономически значимыми для Нечерноземной зоны России и Республики Беларусь, развития семеноводства, а также по вопросам кормления, содержания, профилактики болезней с.-х. животных.

Материалы докладов представлены в авторской редакции.

УДК 631.4:631.8:633:636.08

ББК 40.0

Научное издание

Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды

Материалы

Всероссийской научной конференции с международным участием,
посвященной 110-летию Пермского НИИСХ
(Пермь, 5-7 июля 2023 года)

Подписано в печать 30.06.2023. Формат 60×90 1/8.
Усл. печ. л. 58. Тираж 200 экз. Заказ № 23

Отпечатано в ООО «Рекламно-издательская группа «ОТ и ДО»,
614094, г. Пермь, ул. Овчинникова, 19.
Тел. (342)224-47-47

ISBN 978-5-4367-0276-6

Коллектив авторов ПФИЦ УрО РАН, 2023
Издательство «ОТ и ДО», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....3

Раздел 1. Земледелие и агрохимия.

Анисимова Т. Ю., Тарасов С. И. Влияние различных режимов твердо-фазной ферментации органических отходов на процесс компостирования, сроки санации компостных смесей и качество биокомпостов.....4	4
Баландина С.Ю., Козлова Е.П., Имайкина Р.Р., Васильева Е.Н., Лисовенко Н.Ю., Фомин Д.С., Полякова С.С., Фомин Д.С., Зеленков Н.А. Оценка фунгицидного действия новых композиций на основе фторсодержащих дикетонов.11	11
Борисевич М.Н. Применение информационных технологий в сельском хозяйстве (для оценки урожайности культур).....16	16
Васбиева М.Т., Ямалтдинова В.Р. Изменение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от системы удобрения и условий увлажнения вегетационного периода (результаты длительного стационарного опыта).....24	24
Василько В.П., Бойко Е.С. Влияние плодородия на агрофизические показатели пахотных земель, их водный и воздушный режим в низинно-западинном агроландшафте центральной зоны Краснодарского края.....32	32
Ерегин А. В., Налиухин А. Н., Власова О. А., Ерегина С. В. Влияние традиционных и биомодифицированных систем удобрения на продуктивность зернотравяного севооборота при разных фонах кислотности в условиях севера Нечерноземья.....38	38
Завьялова Н.Е. Оценка процессов трансформации органического вещества по основным количественным и качественным параметрам при различном использовании земель сельскохозяйственного назначения.....47	47
Касатиков В.А., Шабардина Н.П. Влияние различных видов агрохимикатов на агроэкологические свойства почвы и растений.....55	55
Лапа В.В. Ресурсосберегающая система удобрения сельскохозяйственных культур в комплексе мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в республике Беларусь.....60	60
Лапа В.В., Матыченков Д.В. Геостатистический анализ и оценка для сельскохозяйственных информационных систем.....66	66
Лукин С.М., Золкина Е.И., Климкина Ю.М. Показатели гумусного состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении различных систем удобрения.....75	75
Микаил Р., Хазар Э., Болотов А., Шеин Э., Эрдель Э., Микаилсой Ф. Определение тепловых свойств почвы в течение летнего сезона в провинции Ыгдыр (Турция).....83	83
Мудрых Н.М., Пинаева М.И., Лихачев С.В., Семакова С.А. Использование отходов пищевой промышленности в качестве органического удобрения для зеленных культур.....94	94
Семенов В.М., Лебедева Т.Н., Зинякова Н.Б. Структурные и процессные пулы органического вещества в агрогенно эвтрофицированной почве.....101	101

Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Кирдун Т.М., Мачок Т.В. Эффективность удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы в зависимости от степени окультуренности и способа основной обработки дерново-подзолистых почв.....	108
Субботина М.Г., Фомин Д.С., К.В. Ковачевич. Влияние некорневой подкормки микроэлементами на урожай озимой пшеницы.....	116
Тронина Л.О., Пегова Н.А. Влияние системы почвообработки на содержание гумуса и агрофизические показатели дерново-подзолистой почвы.....	125
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Развитие экологически безопасной системы земледелия, растениеводства, кормопроизводства и животноводства Дальнего Востока.....	131
Трофимов И.А. Вопросы адаптивности сельского хозяйства Дальнего Востока.....	136
Трофимова Л.С. Оценка и рациональное использование агроклиматических ресурсов в сельском хозяйстве Дальнего Востока.....	140
Хирк А. В., Жидкин А. П., Заздравных Е. А. Оценка влияния эрозии на содержание органического вещества почв пашни Валуйского района Белгородской области.....	147
Черникова О.В., Мажайский Ю.А. Оксиредуктазы оподзоленного чернозема, загрязненного тяжелыми металлами, при его санации.....	154
Широких И.Г. Изучение актиномицетных комплексов и их агротехнологической ценности в почвах гумидной зоны.....	159
Юмашев Х.С., Захарова И.А. Влияние соломы и пожнивных остатков на гумусное состояние выщелоченного чернозема южного Зауралья.....	165
Яковлева Е.П. Земельные ресурсы в сельском хозяйстве Дальнего Востока.....	173
Ямалтдинова В.Р., Васбиева М.Т., Шишков Д.Г. Влияние систем удобрений на содержание тяжелых металлов и железа в почве и растениях.....	179

Раздел 2. Растениеводство, селекция и семеноводство.

Астапова Я.А., Юсова О.А. Обзор работы импульсного флуориметра MINI-PAM-II.....	186
Базылев М.В., Левкин Е.А., Ханчина А.Р., Линьков В.В. Совершенствование пастбищного кормопроизводства в крупнотоварном агрохозяйстве с учётом почвенно-климатических условий.	190
Бурдышева О.В., Шолгин Е.С., Ременникова М.В., Максимов А.Ю., Лисина Т.Н., Цема Л.Г., Латыпова А.Н., Яхина А.И. Влияние освещения разного спектра на морфометрические показатели, содержание белка и пролина в листьях картофеля (in vitro) сортов Невский, Горняк, Удача, Каменский.....	194
Вшивкова А.И., Тарбеев И. А.Л, Марон К.А., Данилова М. А., Бельтюкова Н.Н., Боронникова С.В., Печенкина В.А. Генетическое разнообразие сортов <i>Secale cereale</i> L. Янтарная и Алиса, выращиваемых в условиях Пермского края и Свердловской области.	202
Глушаков Д.А., Юсова О.А., Юсов В.С. Влияние фотосинтетической деятельности яровой твёрдой пшеницы на формирование урожайности в условиях Омской области.....	208
Дашкевич М.А., Буштевич В.Н., Гавриленко В.П. Кормовая ценность тритикале озимого в условиях республики Беларусь.....	216
Дзюбенко Е.А. Оценка образцов райграсса пастбищного и фестулолиума из коллекции ВИР по продуктивности, зимостойкости и устойчивости к заболеваниям в условиях Северо-Запада РФ.....	222

Замятин С. А., Максимова Р.Б. Применение препаратов «Проростим» при возделывании яровой пшеницы.....	229
Золотарев В.Н., Трухан О.В. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества нового сорта фестулолиума Айвенго.....	235
Иванова К.Ю., Огородов И.П., Терентьева Л.С. Сравнительная оценка гибридов кукурузы отечественной селекции в условиях Предуралья.....	240
Ильина С.В. Селекция яровой мягкой пшеницы в южной части Волго-Вятского региона.....	244
Казюлин Л.Ф., Кураченко Н.Л. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы с применением гуминового удобрения.....	248
Каракайтис Д.Ю. Использование светодиодного освещения при выращивании овощных культур.....	254
Кардашина В.Е., Бессонова Л.В., Вяткина Р.И. Оценка сортов ярового овса по урожайности и адаптивности к климатическим условиям Предуралья.....	262
Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Продуктивность сортов тимофеевки луговой в Удмуртской республике.....	267
Колотов А.П., Сергеева Л.Б. Изучение способов подготовки посевов льна масличного к уборке.....	273
Кравченко Р.В., Скамарохова А.С. Продуктивность бинарных вико-злаковых травосмесей в условиях равнинного агроландшафта Западного Предкавказья.....	281
Крохмаль А.В., Грабовец А.И., Гординская Е.А., Барулина Н.И. Сорта озимой тритикале донской селекции в Пермском крае.....	287
Лапшин Ю.А. Продуктивность сортов ярового тритикале в условиях республики Марий Эл.....	293
Маслова М.В., Будаговский А.В., Грошева Е.В., Будаговская О.Н. Лазерная стимуляция эффективности биопрепарата Ризоплан в борьбе с микромицетами в субстрате при выращивании томата и перца сладкого.....	299
Майсак Г.П., Старцева А.В. Агроэнергетическая оценка сортов тритикале озимой в Пермском крае.....	305
Мочалова Е.М., Литасова А.С., Максимов А.Ю. Влияние инфракрасного излучения с длиной волны 1270 нм на жизнеспособность и мутационную способность модельных микроорганизмов.....	310
Мухордова М.Е., Урман М.В., Грязнова Е.А. Идентификация генов качества зерна GLU-1 у яровой мягкой пшеницы.....	315
Нестеров Г.В., Золотухина А.А., Гурылева А.В., Фомин Д.С., Фомин Д.С., Мачихин А.С. Методика определения засорённости семенного материала на основе обработки гиперспектральных данных с помощью нейросетевых технологий.....	318
Нигамадянов А.Р., Марон К.А., Потапова Г.Н., Лиходеевский Г.А. Оценка сортов озимой ржи на устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе.....	326
Николаев П.Н., Юсова О.А. Перспективные голозерные линии ячменя для меняющихся почвенно-климатических условий.....	333
Салюков С.С., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Гайзатулин А.С., Семенов В.А. Формирование биохимических показателей клубней новых сортов картофеля в различных условиях выращивания.....	338

Сапрыкин С.В., Любцева О.Н., Сапрыкина Н.В., Неменушая Е.Ю. Предварительная оценка селекционного материала фестулолиума в условиях степи Центрально-Черноземного региона.....	345
Сафиуллина Д.Р., Шишков Д.Г., Олехов В.Р. Показатели качества зерна яровой пшеницы сорта каменка при длительном применении различных доз и соотношений минеральных удобрений.....	351
Скрябин И.А., Елисеев С.Л., Скрябин А.А. Показатели урожайности картофеля сортов Люкс и Гала при листовой подкормке водорастворимыми удобрениями в среднем Предуралье.....	357
Старцева А.В., Акманаев Э.Д. Влияние агропрепаратов на полевую всхожесть и состояние перед уходом в зиму озимой тритикале в среднем Предуралье.....	361
Тимофеев Н.П., Биндасова Т.Н. Результаты 33 лет выращивания в агроценозе и применения левзеи сафлоровидной в качестве биологически активной субстанции.....	365
Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Пахотина И.В. К результатам селекции озимых культур в Омском Прииртышье.....	376
Федоренчик А.А., Алещенкова З.М., Ананьева И.Н. Влияние предпосевной обработки семян <i>Medicago sativa</i> клубеньковыми бактериями <i>Ensifer meliloti</i> S3 и АМГ рода <i>Glomus</i> на микоризацию и микробоценоз ризосферы люцерны.....	383
Цёма Л.Г., Латыпова А.Л. Оценка отечественных сортов картофеля разных групп спелости при выращивании в почвенно-климатических условиях среднего Предуралья.....	389
Шаравин Д.Ю., Беляева П.Г., Цещинская Е.М., Галямина В.В. Влияние психротолерантных метолотрофных бактерий на рост и концентрацию пигментов микроводоросли <i>Chlorella vulgaris</i>	398
Юсова О.А., Николаев П.Н. Источники повышенного качества зерна ячменя.....	404
Юсова О.А., Николаев П.Н. Качество зерна пивоваренного ячменя в зависимости от технологии возделывания.....	410

Раздел 3. Животноводство.

Бесараб Г.В., Цай В.П., Медведева Д.В., Карпеня М.М., Лёвкин Е.А., Возмитель Л.А., Букас В.В., Карабанова В.Н. Зависимость расщепляемости протеина комбикормов в рубце молодняка крупного рогатого скота от включения в рацион разных азотистых веществ небелковой природы.....	415
Задорожная М.В. Использование бад на основе бересты для повышения поствакцинального иммунитета цыплят бройлеров.....	420
Кайгородов А.Т., Пискунова Н.И., Мальцева Е.В. Современное использование побочной продукции животноводства в земледелии Пермского края.....	424
Кот А.Н., Радчиков В.Ф., Э Серяков И.С., Петров В.И., Райхман А.Я. Эффективность использования органического соединения цинка в кормлении молодняка крупного рогатого скота.....	429
Лыско С.Б. Применение кормов с пробиотиком – экологичный способ профилактики кишечных инфекций цыплят-бройлеров.....	434
Морозков Н.А., Суханова Е.В., Жданова И.Н. Активность белково-минерального обмена у телят при скармливании разных доз фитодобавки из левзеи сафлоровидной.....	440

Радчиков В.Ф., Сапсалёва Т.Л., Богданович И.В. Эффективность использования дробленого зерна кукурузы в кормлении телят в возрасте 10-65 дней.....	448
Радчикова Г.Н., Сапсалёва Т.Л., Глинкова А.М., Марусич А.Г., Суденкова Е.Н., Люндышев В.А. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании заменителя цельного молока.....	457
Сафонова М.Е., Денисенко В.В., Морозова А.Н., Головнева Н.А., Найдено И.А. Адгезивные свойства лактобацилл, перспективных для создания пробиотических препаратов.....	462