

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА УПРАВЛЕНИЯ ФИТОСАНИТАРНЫМИ РИСКАМИ СНИЖЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРМОВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ С ПРОВЕДЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В. А. Захаренко, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

Федеральный Исследовательский центр «Немчиновка»

р/п Новоивановское Одинцовского р-на Московской обл., Россия, wa@mosniish.ru

Разработан метод оценки фитосанитарного потенциала управления рисками потерь продуктивности в результате распространения вредных организмов (вредителей, возбудителей болезней и сорняков) в кормовых агроэкосистемах России. Для определения рисков потерь продуктивности используются данные о площадях, урожайности и валовых сборах кормовых агроэкосистем и расчеты описательной статистики. В динамике определены количественные показатели возможного сдерживания рисков фитосанитарного потенциала продуктивности кормовых агроэкосистем в результате защитных мероприятий. Рассчитаны потенциальные риски потерь урожая в полевых и кормовых севооборотах, на пастбищах и сенокосах на общей территории и дифференцированно по группам кормовых агроэкосистем с учетом многоукладной экономики России. Результаты расчетов предлагается использовать для определения рационального уровня защитных мероприятий с применением агротехнических и химических методов защиты растений от вредителей, заболеваний и сорняков. Определен фитосанитарный потенциал сдерживания рисков потерь продуктивности кормовых агроэкосистем в России за период 2010–2020 гг., который составляет 9,461 млн кормовых единиц (38,8 %) при общем потенциале продуктивности кормовых агроэкосистем в полевых и кормовых севооборотах в 24,384 млн кормовых единиц.

Ключевые слова: *кормовые агроэкосистемы, потенциал продуктивности агроэкосистем, кормовые единицы, фитосанитарный потенциал, риск потерь урожая, вредные организмы, болезни, сорняки.*

Введение. Кормовые культуры представлены различными группами многолетних и однолетних бобовых и злаковых трав, силосных культур (кукуруза, подсолнечник), кормовых клубне-корнеплодов (кормовая свекла, комовая морковь, картофель кормового назначения, брюква, турнепс), кормовой капусты, зернофуражных культур (ячмень, овес, кукуруза, сорго).

Значительное количество кормов поступает с лугов и пастбищ. Потенциал продуктивности агроэкосистем кормовых культур в значительной степени зависит от распространения вредных организмов: сор-

ных растений, конкурирующих с культурными растениями за условия среды обитания, вредителей и болезней [1].

В связи с разработкой эффективных защитных мероприятий от вредных организмов рассматривается потенциал фитосанитарного состояния агроэкосистем — показатель сдерживания рисков потерь урожая. Он оценивается как часть общего потенциала продуктивности кормовых культур, выращиваемых для скармливания скоту (травы, корнеплоды и зерно), который определяется с учетом площадей агроэкосистем и показателей кормовых культур с оценкой общей кормовой ценности в животноводстве — в кормовых единицах. В России кормовая единица кормов (корм. ед.) традиционно рассматривается как показатель энергетической питательности 1 кг овса, равный 10 мегаджоулей (МДж) обменной энергии в единице (1 кг) натурального корма.

Площади кормовых агроэкосистем включают часть площадей полевых и кормовых севооборотов, занятых бобовыми и злаковыми травами, а также природных сенокосов и пастбищ при коренном улучшении луговыми травами. Кроме обеспечения отрасли животноводства кормами, агроэкосистемы выполняют функцию восстановления и повышения плодородия почв.

Известен большой вклад академика В. Р. Вильямса — основателя травопольной системы земледелия в теорию и практику возделывания кормовых растений [2]. Травопольная система земледелия считалась экстенсивной. Но если учитывать ее положительное экономическое влияние на плодородие почвы, в частности в сравнении с высокоинтенсивными системами земледелия, то травопольная система с полевым травосеянием имеет преимущества перед интенсивными системами, требующими дополнительных затрат для восстановления плодородия.

Сдерживающим фактором, сокращающим потенциал продуктивности кормовых культур, является распространение в агроэкосистемах вредных организмов (сорняков, вредителей и болезней). Показатели снижения продуктивности вычисляются в зависимости от величины потерь урожая, от численности вредных организмов (низкий, средний и высокий) по трем уровням распространения по площадям и соответственно по отдельным кормовым культурам (низкий, средний и высокий) и выражаются в процентах.

Основным источником информации для проведения расчетов являются результаты фитосанитарного мониторинга Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по распространению вредных организмов.

Результаты исследований и обсуждение. Реформирование аграрного сектора России после распада СССР привело к развитию многоукладного сектора экономики (сельскохозяйственные предприятия,

крестьянские (фермерские) хозяйства и личные хозяйства) с частной собственностью на землю. Получив в личную собственность землю, но лишившись при этом поддержки государства и средств для ведения рентабельного производства, сельские товаропроизводители лишились возможности обработки ранее возделываемых земель. Необрабатываемые земли (42 млн га пахотных земель и 30 млн га сенокосов и пастбищ) превратились в земли с неблагоприятным фитосанитарным состоянием (табл. 1).

1. Фитосанитарное состояние агроэкосистем (сельхозугодий) России, млн га

Агроэкосистемы	Площадь сельхозугодий			
	общая		в том числе с неблагоприятным фитосанитарным состоянием	
	1990 г.	2007–2010 гг.	млн га	%
Сельскохозяйственные угодья, в том числе:	213,8	166,0	87,7	52,8
пашня (посевы и чистые пары)	131,8	102,0	52,0	50,9
из них засеваемая пашня	117,7	76,4	42,0	55,3
не засеваемая пашня и залежи	—	41,3	41,3	100,0
многолетние насаждения	2,1	0,9	0,9	100,0
кормовые угодья (сенокосы и пастбища)	81,0	49,7	14,8	79,0

Показатели площадей кормовых культур в хозяйствах всех категорий представлены по данным общего реестра земли пользователей, занимающихся сельскохозяйственным производством (табл. 2).

Динамика общей площади посевов сельскохозяйственных культур и группы кормовых культур за последний 10-летний период представлены площадями по категориям сельскохозяйственных организаций и хозяйств.

Максимальные общие посевные площади кормовых культур сосредоточены в крупных сельскохозяйственных организациях и холдингах. Посевная площадь кормовых культур на 2020 г. составила 18 % от общей посевной площади. Показатель динамики площадей за 20-ти летний период демонстрирует его снижение на 25 % (табл. 3). В среднем за анализируемую пятилетку 2016-2020 гг. площадь, занимаемая кормовыми культурами, не превышала 15 901 тыс. га [3].

**2. Площади сельскохозяйственных угодий в хозяйствах всех категорий
(по состоянию на 1 января 2021 г.)**

Агрэкосистемы	Хозяйства всех категорий	Сельскохозяйственные организации	Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели
Сельскохозяйственные угодья, тыс. га	193516	113801	29633
в т. ч.: пашня	115852	735477	20257
сенокосы	13973	9337	1355
пастбища	43378	28324	7778
многолетние насаждения	1823	380	45
залежь	3527	2214	199
Площадь сельхозугодий на одно хозяйство, га	5	1618	95

**3. Динамика посевных площадей
по категориям сельскохозяйственных организаций и хозяйств, тыс. га**

Площади, тыс. га	2010 г.	2016 г.	2020 г.
Посевные:			
сельскохозяйственные организации	56104	54723	52678
крестьянские (фермерские хозяйства)	15620	21991	25004
хозяйства населения	3137	2598	2266
Всего	74861	79312	79948
Под кормовыми культурами:			
сельскохозяйственные организации	15834	12982	11115
крестьянские (фермерские хозяйства)	1663	2910	3139
хозяйства населения	529	533	500
Всего	18026	16425	14754

На этом фоне отмечен рост урожайности кормовых угодий, что связано с более высоким уровнем плодородия почв в хозяйствах, более обеспеченных материально-техническими ресурсами (табл. 4).

4. Динамика урожайности кормовых культур, ц/га

Кормовые культуры	2010 г.	2016 г.	2020 г.
Кормовые корнеплоды на корм скоту (включая сахарную свеклу)	264	255	277
Кукуруза на корм	184	195	200
Сено многолетних трав	16,3	18	18,3
Сено однолетних трав	16,8	20,2	19,4
Сено естественных сенокосов	9,1	10,1	10,8
Сено культурных пастбищ и сенокосов всех сельскохозяйственных организаций	15,6	16,9	16,7

При сложившемся сочетании площадей и урожайности отмечено снижение валовой продукции (продуктового потенциала) кормовых культур. Суммарные показатели динамики валового производства кормов и обеспеченности отрасли животноводства кормами, несмотря на рост урожайности, были недостаточными (табл. 5).

5. Динамика валовых сборов продукции кормовых культур в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах всех категорий в натуральных показателях, млн т.

Кормовые культуры, валовой сбор в натуральной продукции, млн т	2010 г.	2016 г.	2020 г.
Кормовые корнеплоды на корм скоту (включая сахарную свеклу)	0,8	0,5	0,4
Кукуруза на корм	25,7	24	24,8
Сено многолетних трав	8,9	9,9	8,3
Сено однолетних трав	2,1	3,7	2,1
Сено культурных пастбищ и сенокосов (во всех сельскохозяйственных организациях)	0,1	0,05	0,04

Аналогичная тенденция в отношении снижения валовых сборов урожая кормовых растений для скота была отмечена не только по кормовым культурам в полевом травосеянии, но и по естественным сенокосам и пастбищам [4].

Показатели уровня продуктивности кормовых культур в натуральных величинах, представленные по кормовой ценности, в кормовых единицах валовой продукции, позволяют характеризовать не только индивидуальный потенциал продуктивности кормовых культур, но и групповой — важный показатель для животноводства в кормовых единицах (табл. 6).

6. Общий потенциал продуктивности кормовых культур в натуральных показателях и в кормовых единицах, млн т

Кормовые культуры	Содержание кормовых единиц в 1 кг кормов	Продуктивность, млн т					
		в натуральной массе			корм. ед.*		
		2010 г.	2016 г.	2020 г.	2010 г.	2016 г.	2020 г.
Кормовые корнеплоды на корм скоту (включая сахарную свеклу)	0,18	0,8	0,5	0,4	0,144	0,09	0,072
Кукуруза на корм	0,71	25,7	24	24,8	18,247	17,04	17,608
Сено многолетних трав	0,57	8,9	9,9	8,3	5,073	5,643	4,731
Сено однолетних трав	0,57	2,1	3,7	2,1	1,197	2,109	1,197
Итого полевые кормовые культуры	—	—	—	—	24,661	24,882	23,608

Сложившееся на уровне Российской Федерации сочетание трех показателей валового производства кормов (посевные площади, урожайность и качество кормовых растений) с достаточной полнотой отражает состояние и динамику использования кормовых культур в отрасли животноводства. Установлено, что продуктивность кормовых трав в полевых агроэкосистемах постепенно снижалась с 24 661 тыс. т корм. ед. в 2010 г. до 23 608 тыс. т в 2020 г.

Проводятся исследования рисков потерь урожая в кормовых агроэкосистемах за счет вредных организмов с учетом проведения защитных мероприятий агротехническими и химическими методами.

Для расчета фитосанитарного потенциала сдерживания количественных показателей риска потерь урожая в результате распространения вредных организмов в кормовых агроэкосистемах используют результаты фитосанитарного мониторинга с учетом состава, площадей распространения и вредоносности возбудителей болезней и сорняков.

Например, при выращивании клевера группа вредителей растений представлена следующими видами: клеверный семяед, листовые долгоносики, зимующие на клеверищах и опушках леса — фитонимусы, повреждающие листья и клеверная толстоножка; возбудители болезней: клеверная корневая гниль с почвенным источником инфекции; рак клевера, вызывающий гибель надземной части растений; а также антракноз, аскохитоз и мучнистая роса.

В посевах люцерны основные вредители представлены люцерновым долгоносиком, тихиусом-семяедом, вредящих семенам; люцерновым клопом, взрослые клопы и личинки которых высасывают соки из верхушек стеблей, бутонов и завязей; люцерновой толстоножкой, повреждающей семена. Из болезней опасными являются бурая пятнистость, аскохитоз и мучнистая роса.

В комплексе вредной фауны эспарцета опасными являются многоядные и специализированные вредители, повреждающих корневую систему, подземную часть тканей молодых растений: личинки щелкунов и гусеницы подгрызающих совок. Внутренние ткани ростков взшедших семян (под кожицей) выедают личинки ростковых мух; сердцевину стержневого корня развитых растений — личинки златки, корневые клубеньки повреждают личинки клубеньковых долгоносиков.

Всходы эспарцета в год посева, а также появляющиеся листья и листья, отрастающие на втором и последующих годах, повреждаются клубеньковыми долгоносиками (эспарцетовым, полосатым, щетинистым). На кистях эспарцета между бутонами и цветами и внутри их живут трипсы, личинки которых высасывают сок, вызывают увядание и осыпание цветков. Семена эспарцета повреждаются личинками эспарцетовой зерновки и эспарцетовой толстоножки [5].

Многолетние злаковые травы (тимopheевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая, кострец безостый, житняк и другие) поражаются многоядными вредителями (стадными и не стадными саранчовыми, щелкунами — личинками проволочника, чернотелками — ложнопроволочниками). Из специализированных вредителей выделяются злаковые мухи (шведская, гессенская, зеленоглазка); блохи (полосатая, стеблевая); клопы (странствующий, луговой, хлебный и др.); тли (большая, обыкновенная злаковая, черемухо-злаковая и др.), цикады (полосатая, шеститочечная, темная и др.); трипсы (тимopheечный, ржаной, хлебный, полевой, лисохвостный, овсяницевоый, ежевоый); клещи (хлебный, кострецовый); мухи (тимopheевичная, кострецовая и житняковая); комарики (кострецовый, житняковоый, тимopheечный); долгоносики; галлицы (житняковая, ежевоая, мятликовая, овсянковая). Болезни злаковых трав представлены возбудителями (снежная плесень, корневые гнили, мучнистая роса, ржавчина, а также головня, спорынья и пятнистости) [6].

Сорные растения бобовых и злаковых трав представлены группами однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков.

При определении фитосанитарного потенциала сдерживания рисков снижения продуктивности кормовых агроэкосистем учитываются показатели интенсивности распространения групп вредных организмов по площадям по трехбалльной шкале (высокий — 3 балла, средний — 2 и низкий — 1), которыми характеризуются потери урожая. Для суммарной оценки уровня опасности потерь продуктивности агроэкосистем определенных групп культур рассчитываются средневзвешенные показатели в баллах (результаты суммирования произведений баллов трехбалльной шкалы на частные площади делением на суммарную учитываемую площадь).

Показатели потерь рассчитываются по опытным данным с учетом результатов урожайности культур и уровня распространения вредных организмов с использованием нелинейных уравнений в тоннаже (1) [7]:

$$Y_x = Y_0 * a^x, \quad (1),$$

где Y_0 — урожай культуры на площади агроэкосистемы, свободной от вредителей, возбудителей, болезней или сорняков;

Y_x — урожай на участке с уровнем x ;

x — степень распространения вредителей, возбудителей болезней или сорняков;

a — коэффициент риска потерь урожая ниже 1.

Потенциал потерь урожая (YL) с различными уровнями распространения вредных организмов (x), также определяется с учетом трех-

балльной шкалы для вредителей, возбудителей болезней или сорняков, по формуле (2):

$$YL = Y_0 - Y_x = Y_0 \cdot (1 - a^x) \quad (2).$$

Исходные показатели балльной оценки показателей фитосанитарного потенциала сдерживания рисков потерь урожая с учетом опасности снижения урожая кормовых культур на единицу площади, в % и соответствующие показатели площадей с риском потерь урожая в %. Средневзвешенные показатели потерь урожая (%) представлены для суммарных расчетов показателей кормовых культур в России (табл. 7).

7. Показатели исходных трехбалльных шкал; % потерь урожая, соответствующих площадей распространения вредных организмов, повреждающих кормовые культуры [8]

Группы вредных организмов	Баллы трехбалльной шкалы по уровню опасности потерь урожая при распространении групп вредных организмов, %			Показатели площадей с баллами опасности потерь урожая по трехбалльной шкале для учитываемой площади, %			Средневзвешенные показатели потерь урожая, %
	1 низкий	2 средний	3 высокий	низкий	средний	высокий	
Вредители	20	30	30	9	14	25	13,5
Возбудители болезней	10	30	20	6	12	19	8
Сорные растения	10	40	50	8	15	21	17,3
Итого	40	100	100	17	41	65	38,8

На основании учетов средневзвешенных показателей потенциальных потерь урожая по группам вредных организмов кормовых полевых культур, представленных в процентах от общих показателей валовых сборов урожаев, определяются фитосанитарные потенциалы сдерживания рисков потерь урожая, равные потерям урожая от вредных организмов на всей учетной площади кормовых культур в кормовых единицах. Показатели фитосанитарного сдерживания потерь урожая кормовых культур от вредных организмов определяются произведением потенциала продуктивности кормовых растений (валового сбора, в корм. ед.) на средневзвешенный фитосанитарный показатель сдерживания риска потерь урожая (в процентах).

Средний годовой фитосанитарный показатель сдерживания рисков потерь продуктивности кормовых агроэкосистем от вредных организмов оценивается за 10-летний период 2010–2020 гг. в 9,461 млн кор-

мовых единиц в год при общем потенциале продуктивности кормовых культур в полевых и кормовых севооборотах на пахотных землях 24,384 млн т кормовых единиц (38,8 %).

8. Динамика фитосанитарного потенциала сдерживания рисков потерь урожая кормовых культур полевого травосеяния в кормовых единицах, млн т [9]

Показатели	Величины показателя, %	Годы			
		2010	2016	2020	в среднем
		Кормовых единиц, млн			
Общий потенциал продуктивности кормовых агроэкосистем	100,0	24,661	24,882	23,608	24,384
Фитосанитарный потенциал рисков потерь урожая от вредных организмов					
Вредители	13,5	3,329	3,359	3,187	3,292
Болезни	8,0	1,973	1,991	1,889	1,951
Сорняки	17,3	4,266	4,305	4,084	4,218
Итого вредные организмы	38,8	9,568	9,654	9,160	9,461

Выводы. Разработан методический подход к оценке общего потенциала продуктивности кормовых агроэкосистем и фитосанитарного потенциала сдерживания рисков потерь продуктивности кормовых культур от вредных организмов по соотношению общего и фитосанитарного потенциала в натуральных и кормовых единицах.

Оценен видовой состав вредных организмов по группам вредителей, возбудителей болезней и сорняков кормовых агроэкосистем бобовых, злаковых однолетних и многолетних культур, фитосанитарные риски потенциальных потерь продуктивности агроэкосистем России от наиболее распространенных вредных организмов кормовых культур.

Определен средний годовой фитосанитарный потенциал сдерживания рисков потерь продуктивности агроэкосистем за период 2010–2020 гг. в объеме 9,469 млн т, предлагаемый для использования при планировании и реализации планов осуществления эффективных и минимально опасных пестицидов в сочетании с использованием агротехнических, биологических и организационно-хозяйственных мероприятий защиты кормовых агроэкосистем.

Литература

1. Захаренко В. А. Гербициды. – М. : Агропромиздат, 1990. – 240 с.
2. Вильямс В. Р. Земледелие с основами почвоведения // Труды Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 1950. – Т. XXXIV.

3. Захаренко В. А. Мировые тенденции и развитие научного обеспечения биологической защиты в России // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – Краснодар, 2004. – С. 33–51.
4. Сельское хозяйство в России. 2021 г. : стат. сб. / Росстат. – М., 2021. – 100 с.
5. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Том 3. Методы и средства борьбы с вредителями. Система мероприятий по защите растений / Под ред. В. П. Васильева, В. П. Омелюты. – Киев : Урожай, 1989. – 405 с.
6. Справочник агронома по защите растений / А. Ф. Ченкин, В. А. Черкасов, В. А. Захаренко, Н. Р. Гончаров. – М. : Агропромиздат, 1990. – 367 с.
7. Захаренко В. А. Экономика и перспективы пестицидов в связи с интенсификацией земледелия // VIII Международный конгресс по защите растений : доклады на секциях. Т. 2. – М., 1975. – С. 6–12.
8. Захаренко В. А., Захаренко А. В. Тенденции изменения видового разнообразия и экономическая оценка опасных организмов в России // Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Волги. Том II. – М., 2003. – С. 291–339.
9. Захаренко В. А., Воронов С. И. Потенциал продуктивности и фитосанитарное состояние агроэкосистем России (методы и результаты оценки) / ФГБН ФИЦ «Немчиновка». – М., 2018. – 114 с.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL FOR MANAGING PHYTOSANITARY RISKS OF REDUCING THE PRODUCTIVITY OF FEED AGROECOSYSTEMS FROM HARMFUL ORGANISMS WITH PROTECTIVE MEASURES

V. A. Zakharenko

Based on the developed method, the assessment of indicators of phytosanitary potential of risk management of productivity losses of feed agroecosystems as a result of the spread of harmful organisms (pests, pathogens and weeds) in feed agroecosystems in Russia was carried out. When determining the risks of productivity losses, data on areas, yields and gross harvests of feed agroecosystems and calculations of descriptive statistics are used. In the conditions of a market economy, the quantitative volumes of possible volumes of containment of the risks of phytosanitary potential of the productivity of feed agroecosystems as a result of protective measures are determined in dynamics. Indicators of the potential risks of crop losses are calculated. (possible preservation as a result of protective measures) in field and forage crop rotations, pastures and hayfields in natural terms in tonnage and in feed units on a common territory and differentiated by groups of forage agroecosystems, taking into account the multicultural economy of Russia. The calculation indicators are proposed to be used to determine the rational levels of the total volume and the ratio of protective measures with the use of agrotechnical and chemical methods of plant protection from pests, diseases and weeds. According to generalizations and calculations in Russia for the period 2010–2020, the phytosanitary potential of containing the risks of loss of productivity of feed agroecosystems (respectively, the possibilities of protective measures), which is 9.461 million, has been determined. feed units (38.8%) with the total productivity potential of feed agroecosystems in field and feed crop rotations - 24.384 million feed units).

Keywords: *feed agroecosystems, agroecosystem productivity potential, feed units phytosanitary potential, risk of crop losses, harmful organisms, pests, diseases, weeds.*