

УДК 632.51:633.11(470.2)

ВРЕДНОСНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

А.М. Шпанев

*Агрофизический НИИ, Санкт-Петербург,
Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Изучение роли сорных растений в формировании урожая пшеницы озимой проводилось в 2012–2017 гг. на полях Гатчинского района Ленинградской области с использованием оригинальной методики постоянных учетных площадок. По результатам исследований было выявлено более 50 видов сорных растений, формирование малолетнего типа и средней степени засоренности. В фазу выхода в трубку культуры насчитывалось 269–428 экз./м² или 14–24% проективного покрытия, из которых не менее 90% малолетние двудольные виды. Потери урожая пшеницы озимой от сорной растительности в зависимости от состояния посева и типа засоренности варьировали в пределах 1–24% (0.6–6.9 ц/га). Основной недобор урожая связан с произрастанием в посевах зимующих видов (ромашка непахучая, незабудка полевая, фиалка полевая и пастушья сумка), которые являются основными целевыми объектами гербицидных обработок в регионе. По нашим данным, на 1% проективного покрытия урожай пшеницы озимой снижается на 0.13 ц/га (0.34%), от 1 экз./м² – 0.08 ц/га (0.22%). С учетом фактической засоренности посевов использование данных коэффициентов позволяет в фазу выхода в трубку культуры прогнозировать потери урожая пшеницы озимой и принимать взвешенное решение о целесообразности гербицидных обработок.

Ключевые слова: пшеница озимая; сорные растения; видовой состав; тип засоренности; вредоносность; коэффициенты вредоспособности; потери урожая.

Пшеница озимая, по причине больших рисков, связанных с перезимовкой, никогда не относилась к числу широко возделываемых культур на Северо-Западе России. Однако в последние годы наблюдается устойчивая тенденция увеличения посевных площадей, занятых пшеницей озимой [Филенко и др., 2016]. При этом комплекс вредных видов, характерный для этой культуры в регионе, изучен явно недостаточно. В полной мере это относится и к сорной растительности, о которой сведения в литературе ограничиваются видовым и количественным составом [Лунева, 2003]. При этом отсутствуют данные о вредоносности сорных растений, имеющиеся для других

регионов возделывания культуры [Корнилова, Воеводин, 1987; Зубков и др., 1989; Хрюкина, 1995; Спиридонов, Шегурова, 2000; Шпанев, 2009], и столь важные при научно-обоснованном проведении защитных мероприятий. Наши исследования были направлены на определение роли сорных растений в формировании урожая пшеницы озимой, уточнение экономически значимых и потенциально опасных видов, разработка критериев, которыми допустимо руководствоваться при принятии оперативных решений о проведении гербицидных обработок в посевах пшеницы озимой на Северо-Западе России.

Материалы и методы исследований

Изучение состава и структуры засоренности, динамики численности и вредоносности сорных растений проводили в 2012–2017 гг. на посевах пшеницы озимой Меньковского филиала Агрофизического НИИ, расположенного в Гатчинском районе Ленинградской области. Почвы – дерново-слабоподзолистые легкосуглинистые, мощность пахотного слоя 23 см, рН_{КС1} – 4.6, содержание гумуса – 3.41%, подвижных соединений фосфора и калия – 257 и 92 мг/кг). Посевы пшеницы озимой в 2012 г. размещали по пласту многолетних трав, в 2013–2017 гг. – по чистому пару. Под посев удобрения не вносились, весной проводилась подкормка аммиачной селитрой из расчета 75 кг д.в./га. Норма высева пшеницы озимой 6 млн. всхожих семян/га. На протяжении всех лет исследований в изучении находился сорт пшеницы озимой Московская 56. Погодные условия перезимовки и периода вегетации культуры значительно различались по годам исследований, что позволило оценить вредоносность сорных растений в разных её проявлениях. Наиболее типичными по количеству выпавших осадков за период весенне-летней вегетации пшеницы озимой оказались 2014 и 2016 гг. Избыток увлажнения отмечен в 2012 г. (+25.9%), недостаток – в 2015 и 2017 гг. (-24.9 и -23.9%). Превышение среднесуточных температур наблюдалось в 2012, 2014 и 2016 гг. (+7.2, +8.6, +10.8%), более холодным оказался 2017 г. (-11.5%). В 2013 г. из-за крайне плохой перезимовки

поле под пшеницей озимой подверглось перепашке, и изучение вредоносности сорных растений не состоялось.

В соответствии с методикой [Воеводин и др., 1983] визуальные учеты численности и проективного покрытия сорных растений, а также состояния культурных растений проводили на постоянных учетных площадках 0.1 м² в течение всего периода вегетации пшеницы озимой. Здесь же были получены данные по урожайности пшеницы озимой и фитомассе сорных растений в отдельности для каждой из 36 постоянных площадок. Оценка вредоносности состояла в определении коэффициента вредоспособности сорных растений и потерь урожая. То есть расчета величины снижения урожая от 1 экз. или 1% проективного покрытия сорняками единицы площади посева, а также мерой отрицательного влияния на формирование урожая культуры всей популяции сорных растений. Вредоносность сорных растений оценивали путем расчетов уравнений множественной регрессии. Зависимой переменной была урожайность пшеницы озимой, а аргументами – в одном случае численность наиболее распространенных видов сорняков, в другом – проективное покрытие отдельных групп сорных растений. При статистической обработке данных полевых учетов использовались дисперсионный, корреляционный и множественно-регрессионный анализы. Расчеты велись в программе Statistica 6.

Результаты исследований

В посевах пшеницы озимой выявлен разнообразный состав сорной растительности, представленный в целом 54 видами за 2012–2017 гг., а в отдельные годы – 18–31 видами. Высокие значения коэффициента Серенсена (0.60–

0.81) указывают на большое сходство и постоянство видового состава сорных растений по годам. Видовое обилие сорных растений, характеризующее общее число видов на единице площади посева, по годам изменялось в пределах

8–13 видов /м², и в фазе начала выхода в трубку, когда принимается решение о проведении обработок гербицидами, составляло 7–10 видов /м².

Количественные показатели соответствуют средней степени засоренности посевов пшеницы озимой. В фазе начала выхода в трубку культурных растений насчитывалось 269–428 шт./м² сорняков, или 14.4–23.9% проективного покрытия (табл. 1). Такое варьирование численного состава сорных растений во многом определялось условиями перезимовки пшеницы озимой, от которых зависела ранневесенняя густота стеблестоя. При благополучной

перезимовке, как в 2014 г., в фазу выхода в трубку пшеницы озимой насчитывалось 1440 стеблей/м², наблюдалось невысокое проективное покрытие (16.4%), наименьшая за все годы исследований масса сорных растений (63.4 г/м²) и их доля в общей фитомассе посева (3.1%). При плохой перезимовке пшеницы озимой, например в 2017 г., весенняя густота стеблестоя культурных растений составляла 591 экз./м², сорные растения занимали все свободное от культуры пространство, а их численность и фитомасса достигали наиболее высоких показателей.

Таблица 1. Засоренность посевов пшеницы озимой на Северо-Западе РФ

Показатель	Год				
	2012	2014	2015	2016	2017
Численность, шт.	30	25	18	28	31
Видовое обилие, видов/м ²	11	12	9	13	12
Густота в фазу выхода в трубку, экз./м ²	271	273	269	303	428
Проективное покрытие, %	23.9	16.4	23.3	14.4	20.8
Фитомасса при уборке урожая, г/м ²	214.5	65.4	392.9	263.1	622.9
Доля сорняков в общей фитомассе посева, %	13.2	3.1	21.0	15.6	35.2
Масса 1 сорного растения, г	0.92	0.76	1.81	0.65	1.46

В годы с избыточным выпадением осадков, в летний период вегетации пшеницы озимой наблюдался прирост численности сорных растений. В 2016 г., когда превышение среднемноголетних данных по сумме осадков составило 46.8 мм (31.4%), в фазе полной спелости пшеницы густота стояния сорняков оказалась в 1.3 раза больше по сравнению с учетом в фазе выхода в трубку. В 2017 г. численный состав сорняков остался неизменным, а в остальные годы наблюдалось его снижение в 1.2–3.2 раза.

Преобладающим является малолетний тип засоренности, поскольку на долю сорняков с однолетним и двулетним жизненным циклом приходится более 96% (табл. 2). Однако в зависимости от особенностей поля, предшественника и погодных условий засоренность может быть представлена преимущественно зимующими (2015–2017 гг.) или яровыми (2012 г.) формами, а может быть и теми и другими в равной степени (2014 г.). Преобладание зимующих сорняков связано с теплым осенним периодом, когда наблюдается массовое появление фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.), пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) и незабудки полевой (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.). Среднемноголетняя плотность указанных видов в фазе выхода в трубку культуры составила 49, 47, 44 и 44 экз./м², а суммарно на их долю приходилось 60% всех сорных растений (табл. 3).

Таблица 2. Структура засоренности посевов пшеницы озимой на Северо-Западе РФ

Год	Доля в общей численности, %			
	многолетние		малолетние	
	однодольные	двудольные	однодольные	двудольные
2012	2.4	1.2	6.5	89.9
2014	1.5	0.1	0.2	98.2
2015	0.0	0.2	0.0	99.8
2016	0.0	0.4	0.0	99.6
2017	0.0	0.1	0.0	99.9

Таблица 3. Распространенные виды сорных растений в посевах пшеницы озимой на Северо-Западе РФ

Вид/род	Густота, экз./м ²	Относительное обилие, %	Встречаемость, %
Фиалка полевая	49	16.0	84.4
Ромашка непахучая	47	15.4	74.5
Незабудка полевая	44	14.4	88.6
Пастушья сумка	44	14.3	87.5
Марь белая	31	10.2	68.2
Виды горошка	15	5.0	27.1
Звездчатка средняя	9	3.0	32.3
Бородавник обыкновенный	9	2.9	43.2
Виды пикульника	9	2.9	50.0
Торичник красный	9	2.8	22.4
Гречишка вьюнковая	8	2.6	40.1
Редька дикая	8	2.5	34.9
Вероника полевая	8	2.5	42.2

При слабой засоренности зимующими видами доминируют яровые формы, появление которых в посевах растянуто во времени и не ограничивается только весенним периодом вегетации. Основные представители этой группы сеgetалов – марь белая (*Chenopodium album* L.), пикульники (*Galeopsis tetrahit* L., *G. bifida* Boenn, *G. spesiosa* Mill.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), редька полевая (*Raphanus raphanistrum* L.), бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.).

На отдельных полях пшеницы озимой наблюдалось массовое присутствие однолетних видов горошка (*Vicia hirsute* (L.) S.F. Cray, *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb), звездчатки средней (*Stellaria media* (L.) Will.), вероники полевой (*Veronica arvensis* L.), дьямянки лекарственной (*Fumaria officinalis* L.), ясколки дернистой (*Cerastium holosteoides* Fries) и яснотки пурпурной (*Lamium purpureum* L.). Высев пшеницы озимой после многолетних трав (клевер красный + тимopheвка луговая) сопровождался наличием в посевах озимых сорняков – метлицы обыкновенной (*Apera spica-*

venti L. (Beauv.)) и костреца безостого (*Bromus inermis* Leyss.), а также многолетних злаковых – тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.) и пырея ползучего (*Elytrigia repens* L. (Nevski)).

Многолетние сорные растения в посевах пшеницы озимой представлены 17 видами, из которых наибольшая частота встречаемости характерна для пырея ползучего, мяты полевой (*Mentha arvensis* L.), щавеля малого (*Rumex acetosella* L.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.). Среднемноголетняя плотность многолетников – 4 экз./м² с варьированием по годам от 0.3 до 10 экз./м².

На первом этапе была оценена среднемноголетняя вредоносность сорных растений в посевах пшеницы озимой. При этом в расчетах использовались два показателя засоренности – численность и проективное покрытие. Последний из них более предпочтителен, поскольку характеризует не только количественную, но и качественную сторону засоренности посевов. Согласно расчетам, на каждый процент проективного покрытия сорных растений урожай зерна пшеницы озимой снижается на 0.127 ц/га (0.34%), от 1 экз./м² – 0.084 ц/га (0.22%). При среднемноголетней численности сорных растений, равной 306 экз./м² и 20% проективном покрытии потери урожая составили 2.5–2.6 ц/га, или 6.7–6.8%. Приведенные коэффициенты вредоносности позволяют прогнозировать потери

урожая на момент принятия решения о проведении защитных мероприятий в фазу выхода в трубку культуры. Они же участвуют в расчетах ЭПВ, которые служат критериями применения гербицидов в защите посевов пшеницы озимой от сорной растительности.

На втором этапе проводилась оценка вредоносности сорных растений в разные годы исследований, которые отличались по состоянию посевов, типу засоренности и условиям увлажнения. Оказалось, что вредоносность сорной растительности сильно зависела от густоты стеблестоя посевов и типа засоренности. При хорошем состоянии посева, когда в фазу выхода пшеницы в трубку насчитывалось 700–800 экз./м², потери урожая составляли 1.6–5.8%, а при излишней густоте стеблестоя снижение урожая едва просматривалось или не выявлялось вовсе (табл. 4). При этом вредоносность сорных растений была выше при доминировании зимующих видов (-0.20% на каждый процент проективного покрытия, -0.19% от 1 экз./м²), нежели яровых (-0.13% и -0.06%). На изреженных посевах (менее 600 экз./м²) и малолетнем типе засоренности с преобладанием зимующих видов коэффициенты вредоносности составляли 0.32–0.56% (по численности) и 0.87–0.88% (по проективному покрытию), потери урожая пшеницы озимой – 8.6–24%.

Таблица 4. Вредоносность сорных растений в посевах пшеницы озимой на Северо-Западе РФ

Тип засоренности	Состояние посева	Условия увлажнения, температурный режим	Потери урожая			
			от 1 экз./м ²	от общей численности	от 1% проективного покрытия	от общего проективного покрытия
Малолетний с преобладанием яровых форм	Нормальный	Избыточное, повышенный	-0.026	0.70	-0.052	1.24
			-0.06	1.6	-0.13	3.1
Малолетний с равным соотношением яровых и зимующих форм	Загущенный	Нормальное, повышенный	-0.021	0.57	-	-
			-0.04	1.1	-	-
Малолетний с преобладанием зимующих форм	Изреженный	Недостаточное, нормальный	-0.091	2.45	-0.288	6.71
			-0.32	8.6	-0.88	20.5
Малолетний с преобладанием зимующих форм	Нормальный	Нормальное, повышенный	-0.067	2.03	-0.068	0.98
			-0.19	5.8	-0.20	2.9
Малолетний с преобладанием зимующих форм	Изреженный	Недостаточное, пониженный	-0.161	6.89	-0.234	4.87
			-0.56	24.0	-0.87	18.1

Примечание: числитель – ц/га, знаменатель – %

На третьем этапе определяли вредоносность массовых видов сорных растений, но из-за низких показателей проективного покрытия, оперировали их численностью. По итогам расчета уравнений множественной регрессии, составленных из массовых видов сорных растений по каждому году исследований, было определено отсутствие отрицательной связи с урожайностью пшеницы озимой для мари белой, гречишки вьюнковой, пикульников, вероники полевой. Указанные виды располагаются в нижнем и среднем ярусе посева, формируют незначительную вегетативную массу. Снижение урожайности пшеницы озимой от звездчатки средней, редьки дикой и горошков проявилось только в один год исследований, когда наблюдалась их повышенная численность. Коэффициенты вредоносности в порядке перечисления видов составили -0.77, -0.24 и -0.23% в пересчете на 1 экз./м². Устойчивая отрицательная

связь с урожайностью пшеницы озимой наблюдалась у 4 видов сорных растений из группы зимующих (табл. 5). Согласно полученным значениям коэффициентов вредоносности и потерь урожая, сильнее всего на формировании продуктивности культуры сказывалось произрастание ромашки непахучей, слабее – пастушьей сумки.

Таким образом, 5-летними исследованиями в условиях Ленинградской области, в посевах пшеницы озимой выявлено формирование малолетнего типа и средней степени засоренности, когда в фазу выхода в трубку культуры насчитывалось 269–428 экз./м² или 14–24% проективного покрытия, из которых не менее 90% – малолетние двудольные виды. Недобор урожая пшеницы озимой от сорной растительности по среднемноголетним данным составил 6.7–6.8% (2.5–2.6 ц/га), но в зависимости от состояния посева и типа засоренности он изменялся в пре-

Таблица 5. Вредоносность массовых видов сорных растений в посевах пшеницы озимой

Вид	Коэффициенты вредоспособности		Потери урожая	
	ц/га	%	ц/га	%
Ромашка непахучая	-0.220–0.857	-0.87–2.85	3.26–4.20	12.9–14.0
Незабудка полевая	-0.113–0.526	-0.34–1.30	0.61–1.89	1.6–6.8
Фиалка полевая	-0.036–0.340	-0.11–0.77	0.29–0.98	0.9–4.1
Пастушья сумка	-0.029–0.266	-0.13–0.49	0.17–1.44	0.8–2.6
Бородавник обыкновенный	-0.132–0.622	-0.51–2.72	0.15–0.93	0.6–4.1
Звездчатка средняя	-0.315	-0.77	0.98	2.4
Горошки	-0.092	-0.23	0.55	1.4
Редька дикая	-0.131	-0.24	0.28	0.5

делах 1–24% (0.6–6.9 ц/га). Основной недобор урожая связан с произрастанием в посевах зимующих видов (ромашка непахучая, незабудка полевая, фиалка полевая и пастушья сумка), которые являются основными целевыми объектами гербицидных обработок в регионе. Проведение защитных мероприятий востребовано в изреженных после плохой перезимовки посевах, а также в посевах с нормальной густотой стеблестоя при малолетнем типе засоренности с преобладанием зимующих видов осенней популяции.

При принятии решения о проведении гербицидных обработок предлагаются к использованию полученные

нами коэффициенты вредоспособности сорных растений, согласно которым на каждый 1% проективного покрытия урожай пшеницы озимой снижается на 0.13 ц/га (0.34%), от 1 экз./м² – 0.08 ц/га (0.22%). Для конкретных ситуаций по состоянию посева и типу засоренности рекомендуются к использованию уточненные коэффициенты вредоспособности. С учетом фактической засоренности посевов использование данных коэффициентов позволяет в фазу выхода в трубку культуры прогнозировать потери урожая пшеницы озимой и принимать взвешенное решение о целесообразности гербицидных обработок.

Библиографический список (References)

- Воеводин А.В., Зубков А.Ф., Корнилова Е.Н. Методические указания по оценке вредоносности сорных растений на зерновых культурах. Л.: 1983. 27 с.
- Зубков А.Ф., Щекочихина Р.И., Ломовской С.М., Корнилова Е.Н. Комплексная вредоносность сорняков, вредителей и болезней озимой пшеницы. Вестник с.-х. науки. 1989. N 12. С. 129–132.
- Корнилова Е.Н., Воеводин А.В. Вредоносность сорных растений на посевах озимой пшеницы. Совершенствование химического метода борьбы с сорняками. Л.: 1987. С. 22–29.
- Лунова Н.Н. Видовой состав сорных растений и тенденции его изменчивости в агроценозах Ленинградской области. Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ. М.: Тула, 2003. С. 62–63.

- Спиридонов Ю.Я., Шегурова Н.В. Основные засорители посевов озимой пшеницы и их вредоносность в южной части Нечерноземья. Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия. Голицыно, 2000. С. 35–38.
- Филенко Г.А., Фирсова Т.И., Марченко Д.М. Посевная площадь и урожайность озимой пшеницы. Аграрный вестник Урала. 2016. N 6 (148). С. 61–69.
- Хрюкина Е.И. Вредоносность сорных растений в посевах озимой пшеницы. Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов с.-х. культур от сорной растительности. Пушкино, 1995. С. 39–41.
- Шпанев А.М. Сорные растения в посевах озимых зерновых культур на юго-востоке ЦЧЗ. Земледелие. 2009. N 1. С. 42–45.

Translation of Russian References

- Filenko G.A., Firsova T.I., Marchenko D.M. Crop area and yield of winter wheat. Agrarniy vestnik Urala. 2016. N 6 (148). P. 61–69. (In Russian).
- Khryukina E.I. Harmfulness of weed plants in crops of winter wheat. In: Sostoyaniye i puti sovershchenstvovaniya integrirovannoy zashchity posevov sel'skokhozyaystvennikh kultur ot sornoy rastitelnosti. Pushchino, 1995. P. 39–41. (In Russian).
- Kornilova E.N., Voevodin A.V. Harmfulness of weed plants on sowings of winter wheat. In: Sovershenstvovanie khimicheskogo metoda borbi s sornyakami. Leningrad. 1987. P. 22–29. (In Russian).
- Lunova N.N. Species composition of weeds and trends of its variability in agrocenoses of the Leningrad region. In: Problemy izucheniya adventivnoy i sinantropnoy flory v regionakh SNG. Moscow, Tula, 2003. P. 62–63. (In Russian).

- Shpanev A.M. Weed plants in crops of winter grain crops in the South-East of Central Chernozem region. Zemledelie. 2009. N 1. P. 42–45. (In Russian).
- Spiridonov Yu.Ya., Shegurova N.V. The main weeds of winter wheat crops and their harmfulness in the southern part of the non-Chernozem region. In: Sostoyaniye i razvitiye gerbologii na poroge XXI stoletiya. Golitsino. 2000. P. 35–38. (In Russian).
- Voevodin A.V., Zubkov A.F., Kornilova E.N. Guidelines for the assessment of harmfulness of weed plants in grain crops. Leningrad, 1983. 27 p. (In Russian).
- Zubkov A.F., Shchekochikhina R.I., Lomovskoy S.M., Kornilova E.N. Complex harmfulness of weeds, pests and diseases of winter wheat. Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. 1989. N 12. P. 129–132. (In Russian).

Plant Protection News, 2018, 2(96), p. 42–46

HARMFULNESS OF WEED PLANTS IN WINTER WHEAT CROPS IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

A.M. Shpanev

Agrophysical Research Institute, St. Petersburg, Russia
All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The relevant studies were carried out on the experimental fields (Gatchina district, Leningrad region) using the original plot estimate method in the period 2012–2017. The results of the research revealed a wide variety (more than 50 species) and a large similarity of the species composition of weeds in winter wheat crops. If the number of weed plants at the shooting stage in winter wheat crops reached 269–428 weed/m², or 14 to 24% projective cover, of which at least 90% were young dicotyledonous species, then the juvenile type and an average degree of weed infestation formed. The average long-term data of winter wheat yield losses from the weeds ranged 1–24% (0.6–6.9 c/ha) depending on the crop status and the type of weed infestation. The main shortfall in wheat production is associated with the growing of wintering species in winter wheat crops (*Matricaria inodora*, *Myosotis*

arvensis, *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*), which are the main objects for herbicide treatments in the region. According to our data, at 1 % of the projective cover, the yield of winter wheat is reduced by 0.13 c/ha (0.34 %), at 1 weed/m² – by 0.08 c/ha (0.22 %). The crop status and the type of weed infestation have determined the choice of specified coefficients of harmfulness. Taking into account the actual weed infestation of crops, the use of specified coefficients makes it possible to predict the winter wheat yield losses at the shooting stage and make balanced decision about herbicide application.

Keywords: winter wheat; weed plant; species composition; type of weed infestation; harmfulness; coefficient of harmfulness; crop loss.

Сведения об авторе

Агрофизический НИИ, Гражданский проспект, 14, 195220,
Санкт-Петербург, Российская Федерация
Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608
Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
Шпанев Александр Михайлович. Главный научный сотрудник (АФИ),
Ведущий научный сотрудник (ВИЗР), доктор биологических наук,
e-mail: ashpanev@mail.ru

Information about the author

Agrophysical Research Institute, Grazhdanskiy pr., 14,
195220, St. Petersburg, Russian Federation
All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo Shosse, 3, 196608,
St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
Shpanev Aleksandr Mikhailovich. Principal Researcher (AFI), Leading
Researcher (VIZR), DSc in Biology, e-mail: ashpanev@mail.ru