

ВРЕДНОСНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПЛАНТАЦИЯХ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ *ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH

Е.А. Якимович

Институт захисту рослин, Білорусь

Встановлено, що видалення бур'янів на плантаціях ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) слід проводити до фази 1–2 справжніх листків культури (40–50 днів після посіву), оскільки забур'яненість посівів спричиняє зниження врожайності трави на 23,2% (другий і третій роки вегетації), кореневищ з корінням — на 28,9%. Унаслідок тривалішого росту бур'янів — до фази 2–3 і 3–4 листків — втрачається 44,2 і 50,9% врожаю трави та 40,3 і 62,9% кореневищ з корінням відповідно.

Ключові слова: ехінацея пурпурова, бур'яни, шкідливість, втрати врожаю.

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) — многолетнее поликарпическое травянистое растение семейства астровых (*Asteraceae*), родиной которого является Северная Америка. В настоящее время как лекарственная культура культивируется в большинстве стран Западной Европы, в Украине, Беларуси, России.

Лечебными свойствами обладают все части растения: надземная часть в фазе цветения (июль–август), а также корневище с корнями (заготавливаются поздней осенью или весной после сбора травы) [1]. В них содержатся эфирные масла, смолы, водорастворимые полисахариды, производные оксикоричных кислот, ферменты, улучшающие обмен веществ и оказывающие влияние на иммунную, лимфатическую, дыхательную и репродуктивную системы [2].

По фармакологическим свойствам эхинацея пурпурная обладает иммуномодулирующим действием. Результаты более 500 научных исследований доказывают, что эхинацея стимулирует как клеточный (активность специальных клеток), так и гуморальный (выработка антител) иммунитет. Эхинацея может поддерживать иммунную систему, используя несколько механизмов: стимулируя активность лейкоцитов, усиливая фагоцитоз, блокируя действие ферментов, участвующих в развитии воспалительных процессов [3].

Эхинацея пурпурная влаго- и теплолюбивое растение. Размножается культура путем посева семян в почву. Оптимальная температура прорастания семян составляет +20°C. Всходы эхинацеи появляются через 20–25 дней после посева, в сухой почве — через 30–40 дней. Растение отличается медленным ростом в начале вегетации, только через 40–45 дней формируется розетка с 2–3 парами настоящих листьев. К концу первого года вегетации эхинацея пурпурная образует укороченный побег с 7–10 настоящими листьями розеточного типа и развитую корневую систему с почками возобновления. В этой фазе растение уходит в зиму. Весной следующего года перезимовавшие почки дают надземные побеги. На втором и третьем году вегетации эхинацея отличается достаточно интенсивным ростом — в этот период активно ведется заготовка сырья (трава) [4].

В условиях Республики Беларусь на качество сырья эхинацеи большое значение оказывают сорные растения. При длительных сроках совместного произрастания эхинацеи пурпурной с сорняками (свыше 6 недель) ее низкую продуктивность на первом году вегетации определяют следующие депрессивные признаки: «застаивание» растений в начальной фазе развития, слабое развитие и истончение корневой системы, малое число генеративных побегов, прогрессивная динамика выпадения растений. При прополке эхинацеи через 4 не-

дели совместного произрастания культуры и сорняков теряется 15–40% урожая, более 6 недель — до 60%, без прополки урожай может быть потерян полностью [5].

Засоренные посевы эхинацеи пурпурной, изреженные и ослабленные к концу вегетации, не восстанавливают на будущий год свой биологический потенциал. Потери биопродуктивности эхинацеи на второй год вегетации соответствовали потерям в первый год ее возделывания. Выравнивание таких посевов происходит только на четвертом году вегетации растений, и только в вариантах с длительностью совместного произрастания культуры и сорняков не более 6 недель [5].

Целью наших исследований было получение данных о вредоносности сорных растений в посевах эхинацеи пурпурной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2013–2017 гг. согласно методическим указаниям [6] на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (агрогородок Прилуки, Минский р-н) на плантациях эхинацеи пурпурной сорта Дуэт.

Почва участка — дерново-подзолистая легкосуглинистая; площадь: общая — 3 м², учетная — 1 м²; повторность шестикратная, расположение — блоками.

Для определения вредоносности сорных растений использовали метод влияния длительности произрастания сорняков в посевах эхинацеи (с даты после посева) на урожайность культуры.

Эхинацея пурпурная была высеяна семенами в два срока (28.04.2013 г. и 21.04.2014 г.) с шириной междурядий 45 см. Делянки пропалывали через 20, 30, 40, 50, 60, 70 (2013 г.) и 80 дней (2014 г.) после посева семян. Оценку вредоносности сорняков проводили в первый — третий годы вегетации культуры: сбор надземной массы (травы), выкапывание корневищ с корнями (после уборки травы), определение их урожайности. В 2013–2015 и 2014–2016 гг. был убран урожай сырой вегетативной массы растений в фазе полного цвете-

ния культуры (19.08.2013 г., 29.08.2014 г. и 23.07.2015 г.; 30.08.2014 г., 23.07.2015 г. и 23.07.2016 г.) и корневищ с корнями (16.10.2015 г. и 06.04.2017 г.).

Уборка эхинацеи на сырье проводилась отдельно по каждому варианту опыта и по каждой повторности. Урожайность деляночного образца пересчитывали на массу воздушно сухого сырья (в ц/га). Лекарственное сырье (трава и корневища с корнями) высушивали в электрической сушилке при +40°C. За ростом и развитием культуры вели фенологические наблюдения. Данные обработаны методом дисперсионного анализа [7].

В опытных посевах первого года жизни эхинацеи пурпурной, как и в целом по республике [8], доминировали однолетние двудольные сорные растения: *Tripleurospermum inodorum* L., *Chenopodium album* L., *Capsella bursa-pastoris* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Stellaria media* (L.) Vill.

Зависимость урожайности эхинацеи от срока засорения посевов описывалась с помощью уравнений линейной корреляции (компьютерные программы Microsoft Excel):

$$Y = A - BX,$$

где Y — урожайность эхинацеи пурпурной, ц/га (трава или корневища с корнями); A — максимально возможная урожайность при полном отсутствии сорных растений в посевах, ц/га; B — коэффициент корреляции, показывающий изменение урожайности культуры при изменении периода вегетации на 1 день с даты после посева; X — период вегетации сорняков в посевах эхинацеи, дней с даты после посева.

Линейная функция является наиболее удачной для выражения связи между засоренностью посевов и урожайностью культур. Она примерно с одинаковой степенью точности отражает связь между этими показателями и выгодно отличается от других математических моделей простотой вычислений и логической интерпретацией полученных результатов [9].

Относительный коэффициент вредоносности совокупности видов сорной

растительности, который характеризует процентное снижение потенциальной урожайности (на день с даты после посева), определяли по формуле:

$$B_0 = \frac{B}{A} \times 100 \times R^2,$$

где B_0 — относительный коэффициент вредоносности сорных растений, %; R^2 — коэффициент детерминации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 2013 г. семена эхинацеи пурпурной были высеяны 28 апреля, при повышении среднедекадной температуры воздуха до 10,2°C. Высокие температуры в мае и достаточное количество осадков стимулировали рост сорной растительности и эхинацеи пурпурной, появление всходов которой было зафиксировано на 25–26 день. На 30-й день учета культура находилась в фазе семедольных листьев, на 40-й — сформировала один настоящий лист, 50-й — второй, 60-й — третий и на 70-й день — четвертый лист. Сорные растения всходили дружно, формируя вегетативную массу от 596,7 до 3438,0 г/м² (рис. 1).

Во втором опыте (2014 г.) посев семян 21 апреля был проведен в теплую почву, однако недостаток осадков (в течение 20 дней) привел к меньшей засоренности посевов эхинацеи пурпурной. Начало появ-

ления всходов пришлось на 24–25-й день, семядольные листья образовались на 30-й, первый настоящий лист сформировался на 40-й, 1–2 настоящих листа — на 50-й, 2 — на 60-й, 3 — на 70-й и 3–4 настоящих листа — на 80-й день после посева. Масса сорных растений не превышала 2245,7 г/м².

Учет урожая травы в первый год жизни культуры показал, что в 2013 г. было отмечено достоверное снижение вегетативной массы растений на 40-й день (1 настоящий лист культуры) — масса травы снизилась на 34,5%, на 50-й — на 45,2%. Совместное произрастание сорняков с культурой в течение 60 дней обусловило потери в 51,4%, 70 дней — 83,6% урожая. В 2014 г. произрастание сорных растений в фазе 1 настоящего листа культуры (40 дней) не оказало достоверного влияния на вегетативную массу растений. Снижение урожайности на 15,3% отмечалось при удалении сорняков в фазе 1–2 настоящих листьев культуры (50 дней). Значительное уменьшение (на 75,9–91,2%) вегетативной массы у растений эхинацеи отмечалось при удалении сорняков в более поздние сроки (с фазы 2 настоящих листьев культуры — 60–80 дней).

Таким образом, снижение урожая травы эхинацеи в 2013 г. отмечалось на 30–40-й день, в 2014 г. — на 50–60-й день с даты после посева культуры. В среднем в год посева снижение сырой надземной массы

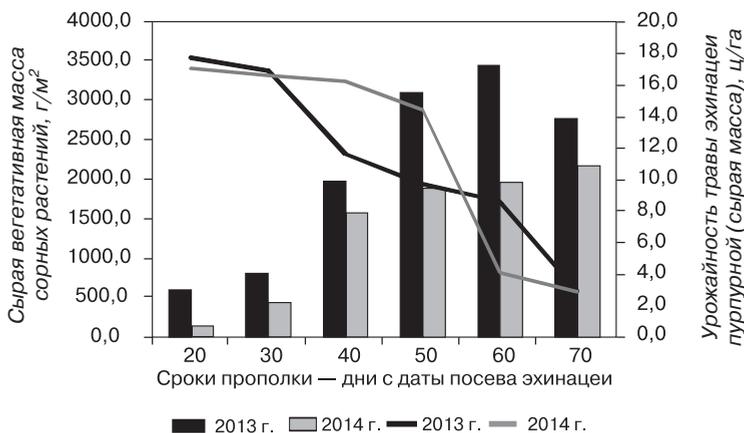


Рис. 1. Динамика накопления сорными растениями и эхинацеей пурпурной вегетативной массы в первый год вегетации

растений на 20,1% отмечено на 40-й день, 30,5 — на 50-й, 63,2 — на 60-й и 83,3% — на 70-й день с даты после ее посева (рис. 2).

Во второй год вегетации культуры (2014 г.) сбор травы эхинацеи пурпурной в посевах, прополка которых была проведена через 20–30 дней, составил 37,8–38,7 ц/га. Отмечалась тенденция к снижению сбора сырья на 11,1% при удалении сорняков на 40-й день, достоверное снижение урожайности травы составило 17,5% на 50-й день. Снижение вегетативной массы эхинацеи пурпурной на 70,1–73,5% отмечалось при засоренности посевов более двух месяцев. В 2015 г. на 20–30-й день произрастание сорных растений не оказало достоверного влияния на надземную массу растений эхинацеи (38,7–39,7 ц/га). Имело место достоверное снижение урожайности на 15,4% при прополке через 40 дней и на 28,7% — в фазе 1–2 настоящих листьев культуры (50 дней). Значительное уменьшение (на 48,9–54,4%) надземной массы у растений эхинацеи отмечалось при удалении сорняков в более поздние сроки (с фазы 2–3 настоящих листьев культуры). При прополке в фазу 3–4 листьев снижение урожайности составляло 85,9%.

В третий год вегетации (2015 г.) наиболее высокая урожайность (38,9–39,9 ц/га сухой травы) была получена на делянках

с произрастающими сорняками в 2013 г. в течение 20–30 дней. При удалении сорняков на 40-й день урожайность эхинацеи достоверно снижалась на 12,3%, на 50-й — на 6,5 ц/га, или 16,7% соответственно. Произрастание сорняков на протяжении 60–70 дней снизило урожайность травы на 38,3–59,6%. Этот показатель был максимальным в 2016 г. — 56,5–57,3 ц/га. Достоверное снижение отмечалось при удалении сорняков через 40 дней — на 16,8% (удаление сорняков в фазе 1 настоящего листа). Снижение урожая на 26,2–30,0% отмечено при удалении сорняков в фазе 1–3 настоящих листьев культуры (50–60 дней). Максимальные потери урожая травы составили 74,3% при удалении сорняков в фазе розетки листьев.

В целом, снижение урожайности травы эхинацеи пурпурной (2–3-й годы вегетации) составило 13,4–15,0% при наличии сорняков в течение 40 дней, 23,2–23,3 — 50-ти, 31,0–60,8 — 60-ти и 42,0–62,1% — в течение 70 дней после посева (рис. 2). Если говорить о суммарном сборе за два продуктивных вегетационных сезона, то при максимальной урожайности 86,9 ц/га (20–30 дней) снижение было отмечено: на 40-й день — 14,3%, 50-й — 23,2, 60-й — 44,3 и 70-й день — 51,0%. По данным В.Б. Загуменникова [5] потери урожая или

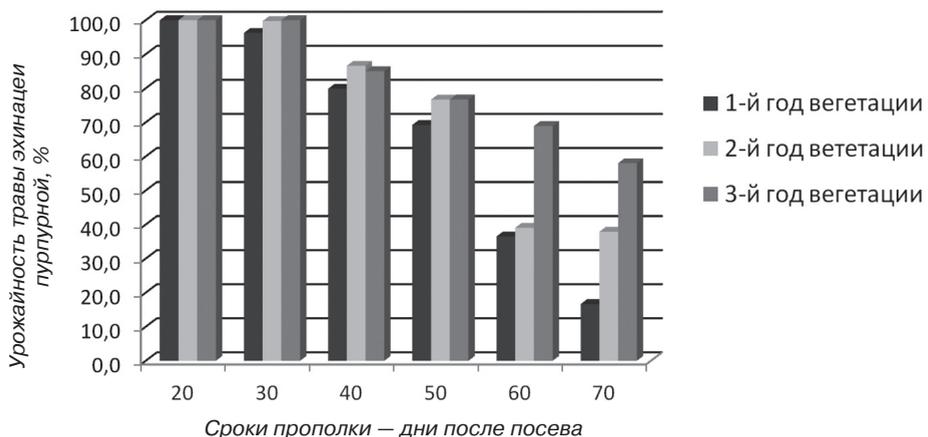


Рис. 2. Урожайность травы эхинацеи пурпурной в зависимости от сроков прополки, 2013–2016 гг.

биологической массы растений до 10–25% могут быть отнесены к хозяйственно-восполнимым в результате сокращения затрат на уборку и послеуборочную доработку лекарственного сырья. Более высокие потери относят к критическим и хозяйственно-невосполнимым. Уничтожение сорных растений в посевах эхинацеи пурпурной по нашим данным следует проводить в течение 40–50 дней после посева (1–2 настоящих листа культуры), затем урожайность значительно снижается (44,3%).

На основании полученных данных была установлена корреляционная зависимость между днями вегетации сорняков и урожайностью растений эхинацеи пурпурной. Было отмечено, что коэффициент корреляции

в годы вегетации культуры между ними достаточно сильный — $R = 0,90–0,98$ (таблица).

Относительный коэффициент вредоносности в первом (0,97–1,13%), во втором (0,90–0,93 %) и в третьем году вегетации (0,52–0,81%) подтверждает данные В.Б. Загуменникова [5] о том, что с течением времени отмечается выравнивание «ухаженных» и «засоренных» посевов эхинацеи по биопродуктивности травы, т.е. коэффициенты вредоносности снижаются. Коэффициент говорит также и о том, что вредоносность сорных растений в первом опыте (2013–2015 гг.) была выше, чем во втором (2014–2016 гг.), что возможно связано с достаточно высокой массой сорных

Таблица

Зависимость урожайности эхинацеи пурпурной от длительности произрастания сорняков в посевах культуры

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции, R	Относительный коэффициент вредоносности (B_0), %
Урожайность травы, ц/га (сухое сырье)			
1-й год вегетации			
2013	$Y = 6,05 - 0,07 X^*$	0,97	1,13
2014	$Y = 6,50 - 0,08 X$	0,90	0,97
среднее	$Y = 6,27 - 0,08 X$	0,97	1,13
2-й год вегетации			
2014	$Y = 55,51 - 0,63 X$	0,91	0,93
2015	$Y = 51,45 - 0,48 X$	0,98	0,90
среднее	$Y = 53,51 - 0,56 X$	0,95	0,93
3-й год вегетации			
2015	$Y = 52,10 - 0,47 X$	0,95	0,81
2016	$Y = 64,89 - 0,39 X$	0,94	0,52
среднее	$Y = 58,49 - 0,43 X$	0,98	0,71
Урожайность корневищ с корнями, ц/га (сухое сырье)			
2015	$Y = 51,15 - 0,57 X$	0,94	0,99
2017	$Y = 35,58 - 0,27 X$	0,94	0,68
среднее	$Y = 43,37 - 0,42 X$	0,96	0,89

Примечание: * Y – урожайность эхинацеи, ц/га (сухое сырье); X – период вегетации сорняков в посевах культуры, дни после посева.



Рис. 3. Урожайность корневищ с корнями эхинацеи пурпурной в зависимости от сроков прополки посевов, 2015, 2017 гг.

растений в первый год проведения исследований (2013 г.).

Урожайность корневищ с корнями эхинацеи пурпурной, полученная в 2015 г. на делянках, прополка которых проводилась на 20-, 30- и 40-й день (до фазы 2 настоящих листьев культуры), статистически не отличалась и составляла 34,6–35,9 ц/га. При вегетации культуры и сорняков более длительный период (50 дней) достоверные потери урожая корней составили 37,4%, 60 дней – 52,0, 70 дней – 74,4 %. В 2016 г. на делянках, прополка которых проводилась на 20- и 30-й день, урожайность корневищ с корнями была в пределах ошибки опыта – 28,2 и 29,7 ц/га соответственно, на 40-й (1 и 1–2 настоящих листа культуры) – достоверно снижалась на 16,7–18,8%. При проведении прополки в более поздние сроки потери урожая корневищ с корнями составили: на 60-й день – 26,1%, 70-й – 48,5, на 80-й день – 80,7%.

В среднем снижение урожайности корневищ с корнями на третий год вегетации эхинацеи пурпурной на 28,9% отмечено на 50-й день (прополка в фазу 1–2 настоящих листа культуры в первый год вегетации), на 40,3% – на 60-й и 62,9% – на 70-й день с даты после посева (рис. 3).

При произрастании сорняков в течение 50–60 дней с даты после посева количество растений эхинацеи пурпурной снижалось

на 13,9–19,0%, а при более длительных сроках погибало 39,2% растений культуры.

Связь между урожайностью корневищ с корнями и длительностью произрастания сорняков была сильная ($R = 0,94–0,96$), а относительный коэффициент вредности характеризовал, что при увеличении длительности произрастания сорняков в ее посевах на 1 день с даты после посева снижение массы корневищ с корнями эхинацеи пурпурной составит 0,89% (табл.). Относительный коэффициент составил 0,99% в первом опыте с высоким уровнем сорных растений и 0,68% в следующий год проводимых исследований, где масса сорных растений была значительно ниже.

ВЫВОДЫ

Прополка сорных растений в посевах эхинацеи пурпурной должна проводиться в течение 40–50 дней после посева – до фазы 1–2 настоящих листьев культуры, снижение вегетативной массы растений составляет 20,1–30,5% в первый год вегетации.

На второй и третий годы вегетации депрессивные признаки угнетения сорняками растений эхинацеи на первом году жизни сохраняются. Ослабленные и изреженные посевы культуры не способны полностью восстановить в последующие годы свой биологический потенциал. Про-

полка в фазе 1–2 пар настоящих листьев эхинацеи вызывает угнетение растений, снижение урожайности травы на второй и третий год вегетации на 23,2%, корневищ с корнями — на 28,9%. Из-за произрастания

сорняков до фазы 2–3 листьев теряется 44,2% урожая травы и 40,3% — корневищ с корнями, до фазы 3–4 листьев культуры — 50,9 и 62,9% соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кухарева Л.В.* Технология возделывания лекарственных растений: метод. пособие / Л.В. Кухарева, Т.В. Гиль. — Минск: Минсктиппроект, 2008. — 128 с.
2. *Поляков А.В.* Использование эхинацеи в азиатской и современной медицине / А.В. Поляков, И.И. Тарасенков // Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг): материалы I Междунар. науч.-практ. конф. — М.: Сергиев Посад, 2002. — С. 385–387.
3. *Бирман Б.Я.* Эхинацея — природный адаптоген с широким спектром действия / Б.Я. Бирман, Д.С. Голубев // Ветеринарная наука — производству: науч. тр. / НАН Беларуси, Институт экспериментальной ветеринарии им. С.И. Вышелеского НАН Беларуси. — Минск, 2005. — Вып. 38. — С. 107–112.
4. *Сидельников Н.И.* Экзогенная биорегуляция продуктивности лекарственных растений / Н.И. Сидельников. — М.: ОАО «Щербинская типография», 2016. — 216 с.
5. *Загумеников В.Б.* Оптимизация культивирования лекарственных растений в Нечерноземной зоне России / В.Г. Загумеников. — М.: ВИЛАР, 2006. — 76 с.
6. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / ВАСХНИЛ, Отд-ние земледелия и химизации сел. хоз-ва, Московская с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева; подгот. Г.С. Груздев и др. — М.: ВАСХНИЛ, 1985. — 23 с.
7. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
8. *Якимович Е.А.* Видовое разнообразие сорной растительности в посевах лекарственных растений / Е.А. Якимович // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». — 2018. — Вып. 42. — С. 50–58.
9. *Ванин Д.Е.* Об оценке вредности сорняков / Д.Е. Ванин, В.С. Зуза // С.-х. биология. — 1981. — Т. 16, № 2. — С. 307–312.

REFERENCES

1. *Kukhareva, L.V. & Gil, T.V. (2008). Tekhnologiya vzdelyvaniya lekarstvennykh rasteniy: metod. posobiye [Technology of medical plants cultivation: method. manual].* Minsk: Minsktipproyekt [in Russian].
2. *Polyakov, A.V. & Tarasenkov, I.I. (2002). Ispolzovaniye ekhinatsei v aziatskoy i sovremennoy meditsine [Use of Echinacea purpurea (L.) Moench in asian and modern medicine].* Proceedings from Plant resources for man's health (cultivation, processing, marketing): I *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (23–27 Sentyabrya 2002 goda) — 1st International Scientific and Practical Conference.* (pp. 385–387). Moskva: Sergiyev Posad [in Russian].
3. *Birman, B.Ya. & Golubev, D.S. (2005). Ekhinatseya — prirodnyy adaptogen s shirokim spektrom deystviya [Echinacea purpurea (L.) Moench is a natural adaptogene with a wide spectrum of action]. Nauchnye trudy «Veterinarnaya nauka — proizvodstvu» — Veterinary science — to the production, 38, 107–112 [in Russian].*
4. *Sidelnikov, N.I. (2016). Ekzogennaya bioregulyatsiya produktivnosti lekarstvennykh rasteniy [Exogenic bioregulation of medical plants productivity].* Moskva: Shcherbinskaya tipografiya [in Russian].
5. *Zagumennikov, V.B. (2006). Optimizatsiya kultivirovaniya lekarstvennykh rasteniy v Nechozemnoy zone Rossii [Optimization of medical plants cultivation in Bon-chemozem zone of Russia].* Moskva: VILAR [in Russian].
6. *Gruzdev, G.S., et al. (Eds.) (1985). Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu ekonomicheskikh porogov i kriticheskikh periodov vredonosnosti sornyakov v posevakh selskokhozyaystvennykh kultur [Methodical Instructions on studying the economic thresholds and the critical periods of weeds harmfulness in agricultural crops].* Moskva: VASKhNIL [in Russian].
7. *Dospikhov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methodology of Field Experiments (with the Basis of Statistical Processing of Research Results)].* Moskva: Agropromizdat [in Russian].
8. *Yakimovich, E.A. (2018). Vidovoye raznoobraziye sornoy rastitelnosti v posevakh lekarstvennykh rasteniy [Specific diversity of weed plants in medical plants crops]. Sbornik nauchnykh trudov «Zashchita rasteniy» — Plant protection: collection of scientific works, 42, 50–58 [in Russian].*
9. *Vanin, D.E., & Zuz V.S. (1981). Ob otsenke vredonosnosti sornyakov [On evaluation of weed harmfulness]. Sel'skoxozyaystvennaya biologiya — Agricultural Biology, 16(2), 307–312 [in Russian].*

Стаття надійшла до редакції журналу 09.10.2019