УДК 633.854.54:631.527.53

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Т.Г. Товстановская, Ю.А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

Институт масличных культур НААН

Проведены лабораторные исследования аллелопатического влияния семи сельскохозяйственных культур на прорастание семян сортов льна масличного Водограй (коричневосемянный) и Патриций (желтосемянный). Установлено, что наибольший стимулирующий эффект на прорастание семян оказывали пшеница (от +12,8% до +21,8%) и люцерна (от +13,7% до +30,0%). Ингибирующее влияние на семена льна имели эспарцет (от -31,9% до –55,3%) и овес (от -33,9% до -39,0%). Уровень аллелопатической активности сельскохозяйственных культур повышался в вариантах, где всхожесть семян льна была сниженной. В большей степени сельскохозяйственные культуры положительно воздействовали на желтосемянный сорт льна Патриций, чем на коричневосемянный Водограй.

Ключевые слова: аллелопатия, семя, лен масличный, сельскохозяйственная культура, стимулирующий эффект, ингибирующий эффект.

Введение. Известно, что рост и развитие растений льна зависят не только от биологических особенностей культуры, но и от условий выращивания. Одним из таких условий является аллелопатия, то есть непосредственное влияние выделений (метаболитов, экскретов, фитонцидов) одного организма на другой [1, 2, 3, 4]. Аллелопатия может вызывать как угнетение, так и стимуляцию роста и развития культурных растений [5, 6, 7, 8]. Так, в исследованиях Е. Ф. Семеновой [8] для льна масличного тимофеевка луговая являлась агрессивной культурой и снижала число взошедших и нормально развитых растений на 26%, тогда как чечевица обладала стимулирующим эффектом и увеличивала этот показатель на 10% по сравнению с контролем.

В современном земледелии руководствуются принципом подбора предшественника в севообороте, предусматривающего строгое чередование культур, различных по химическому составу и биологическим особенностям, исключающее возможность почвоутомления. Однако изложенные выше принципы не учитывают аллелопатического (химического) влияния корневых выделений предшествующей в севообороте культуры, накапливающихся в почве, на рост и развитие последующей культуры, что исключает объективность при выборе предшественника. Известны сведения об аллелопатическом воздействии предшественника на последующую в севообороте культуру, приводящие к подавлению всхожести, роста, развития и снижению урожайности [7].

Работы, непосредственно касающиеся аллелопатических взаимоотношений сельскохозяйственных культур со льном культурным, в научной литературе единичны. В связи с этим, целью данного исследования

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

являлось изучение аллелопатического взаимодействия предполагаемых культур-предшественников на лен масличный на начальных этапах онтогенеза.

Материал и методы исследования. Объектом исследований были 2 сорта льна масличного – коричневосемянный Водограй и желтосемянный Патриций, а также семь сельскохозяйственных культур, используемых в качестве предполагаемых предшественников в севообороте со льном масличным: пшеница озимая, ячмень яровой, овес, гречиха, соя, эспарцет, люцерна. Семена льна и каждой культуры по 100 штук проращивали в лабораторных условиях в растильнях на увлажненной фильтровальной бумаге, равномерно их распределяя. Опыт закладывали в трехкратной повторности и в два срока – 31.01.2014 г. и 02.04.2014 г. Проращивание проводили в термостате при температуре 27 ^{0}С в течение семи суток (рис. 1, 2).

Рис. 1. **Прорастание семян льна масличного Водограй и люцерны: в начале проращивания (слева) и на третьи сутки (справа)**

Рис. 2. **Прорастание семян льна масличного Патриций и пшеницы: в начале проращивания (слева) и на третьи сутки (справа)**

Подсчет энергии прорастания (на третьи сутки) и полной всхожести семян (на седьмые сутки) проводили в процентах; длину корешка (по 20 штук) измеряли в сантиметрах. Степень аллелопатического взаимодействия изучаемых культур анализировали согласно градации [8]: до 5% отклонения от контроля – очень слабая, 5-10% – слабая, 11-25% – средняя, 26-50% – сильная, свыше 50% – очень сильная. Существенность отличий оценивали с использованием критерия Стьюдента [9].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований на начальных этапах онтогенеза выявлена различная степень аллелопатического

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

влияния изучаемых сельскохозяйственных культур на лен масличный – от очень слабой до сильной.

На этапе энергии прорастания семян коричневосемянного сорта льна масличного Водограй в I сроке выявлены существенные отличия от контроля стимулирующего воздействия среднего и сильного уровня (от +13,8% до +30,0%) таких культур как пшеница, ячмень, гречиха, соя и люцерна. При этом положительное воздействие этих культур сохранялось также и на этапе полной всхожести семян. Тенденция к снижению прорастания семян наблюдалась при совместном проращивании семян льна с овсом и эспарцетом. На этапе корешка выявлен достоверный ингибирующий эффект гречихи, эспарцета и люцерны.

Во II сроке посева этого же сорта на этапе энергии прорастания и полной всхожести семян также установлена достоверная положительная стимуляция средней силы в вариантах с пшеницей и люцерной. На этапе энергии прорастания семян отмечен сильный ингибирующий эффект овса (-33,9%) и эспарцета (-31,9%). На этапе корешка во всех вариантах характер влияния был нейтральным (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Аллелопатическое влияние сельскохозяйственных культур на прорастание семян льна масличного сорта Водограй
(2014 г.)

Культура	Энергия прорастания, %	Полная всхожесть, %	Длина корешка, см
1	2	3	4
I срок			
контроль	***54,5±5,0***	***64,0±4,8***	***7,5±0,59***
пшеница	76,3±4,3**	83,7±3,7**	8,8±0,51
ячмень	78,7±4,1**	81,0±3,9**	8,9±0,37
овес	45,0±5,0	65,3±4,7	7,7±0,43
гречиха	74,3±4,4***	84,3±3,6***	5,3±0,45**
соя	68,3±4,7*	78,3±4,1*	7,8±0,36
эспарцет	49,5±5,0	60,0±4,9	5,3±0,37**
люцерна	84,5±3,6**	87,7±3,3***	4,7±0,47**

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
II срок			
контроль	***71,5±4,5***	***80,5±4,0***	***8,5±0,76***
пшеница	84,3±3,6*	93,7±2,4*	8,9±0,32
ячмень	60,0±4,9	74,7±4,3	8,6±0,34
овес	37,6±4,8***	75,7±4,3	9,8±0,65
гречиха	69,7±4,6	81,3±3,9	6,3±0,47
соя	61,3±4,9	92,3±2,7*	8,8±0,31
эспарцет	39,6±4,9***	79,3±4,1	7,3±0,50
люцерна	86,0±3,5*	91,5±2,8*	7,7±0,62

Примечание: *, **, *** – отличия от контроля значимы при $p \leq 0,05$, 0,01, 0,001 соответственно.

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

Следует отметить, что уровень воздействия культур был различным также и вследствие физиологического состояния семян льна и сроков проведения опыта. Так, в варианте с сортом Водограй в первом сроке, где показатель энергии прорастания семян у контроля был сниженным (54,5%), наблюдалась более высокая активность прорастания семян сельскохозяйственных культур по сравнению со вторым сроком, где энергия прорастания семян у контроля была выше – 71,5% (рис. 3).

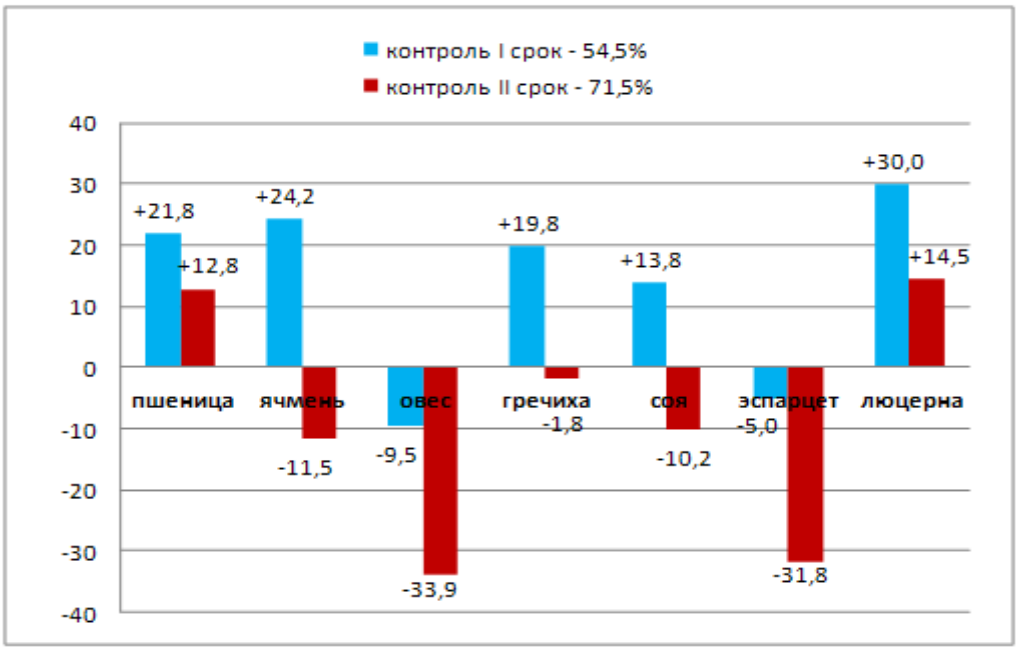

Рис. 3. **Аллелопатическое влияние сельскохозяйственных культур на энергию прорастания семян сорта льна масличного Водограй (± к контролю в %)**

Обобщая результаты исследований по двум срокам можно сделать вывод, что стимулирующее воздействие на прорастание семян сорта льна Водограй оказывали пшеница (+12,8%…+21,8%) и люцерна (+14,5%…+30,0%). Ингибирующее воздействие оказывали овес (-9,5%…-33,9%) и эспарцет (-5,0%…-31,9%) (рис. 3).

При проращивании семян желтосемянного сорта льна масличного Патриций в I сроке выявлен стимулирующий эффект слабой и средней силы таких культур как пшеница, гречиха и люцерна, который сохранялся на всех этапах онтогенеза. Сильное ингибирующее действие отмечено при совместном проращивании льна Патриций с эспарцетом на этапе энергии прорастания семян (-35,8%). На этапе корешка стимулирующее действие культур проявлялось во всех вариантах, за исключением эспарцета.

Во II сроке на этапе энергии прорастания семян положительное влияние средней силы (от +13,7 до +19,3%) отмечено при использовании пшеницы, ячменя и люцерны. Сильное угнетающее воздействие на семена льна оказывали овес (-39,0%) и эспарцет (-55,3%), причем эспарцет также угнетал и рост корешков льна. На этапе полной всхожести, за исключением варианта с соей, существенных отличий от контроля обнаружено не было. Что касается длины

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

корешка, достоверная стимуляция выявлена в варианте с пшеницей, овсом, гречихой, соей и люцерной (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2

Аллелопатическое влияние сельскохозяйственных культур на прорастание семян льна масличного сорта Патриций

(2014 г.)

Культура	Энергия прорастания, %	Полная всхожесть, %	Длина корешка, см
1	2	3	4
I срок			
контроль	***74,5±4,4***	***79,5±4,0***	***3,8±0,25***
пшеница	87,3±3,3*	91,0±2,9*	9,5±0,66***
ячмень	81,0±3,9	87,7±3,3	8,2±0,38***
овес	66,3±4,7	88,0±3,2	8,3±0,41***
гречиха	92,0±2,7***	92,7±2,6**	9,6±0,68***
соя	82,3±3,8	87,3±3,3	8,2±0,39***
эспарцет	38,7±4,9***	84,0±3,7	3,9±0,32
люцерна	95,7±2,0***	95,9±2,0***	5,9±0,58**
II срок			
контроль	***63,0±4,8***	***81,0±3,9***	***4,5±0,19***
пшеница	82,3±3,8**	89,3±3,1	8,2±0,46***
ячмень	77,7±4,2*	83,3±3,7	4,9±0,27
овес	24,0±4,3***	87,0±3,4	11,3±0,47***
гречиха	72,8±4,4	81,3±3,9	5,7±0,41*
соя	68,7±4,6	91,0±2,9*	8,7±0,43***
эспарцет	7,7±2,7***	88,3±3,2	3,2±0,33***
люцерна	76,7±4,2*	80,3±4,0	7,7±0,63***

Примечание: *, **, *** – отличия от контроля значимы при $p \leq 0,05$, 0,01, 0,001 соответственно.

Обобщая результаты исследований по двум срокам можно сделать вывод, что существенное стимулирующее воздействие на лен Патриций имели пшеница (+12,8…+19,3%) и люцерна (+13,7…+21,5%). Подавляли прорастание семян льна овес (-8,2…-39,0%) и эспарцет (-35,8…-55,3%) (рис. 4).

В большей степени положительное воздействие сельскохозяйственные культуры оказывали на желтосемянный сорт льна Патриций, чем на коричневосемянный сорт Водограй (рис. 3, 4).

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

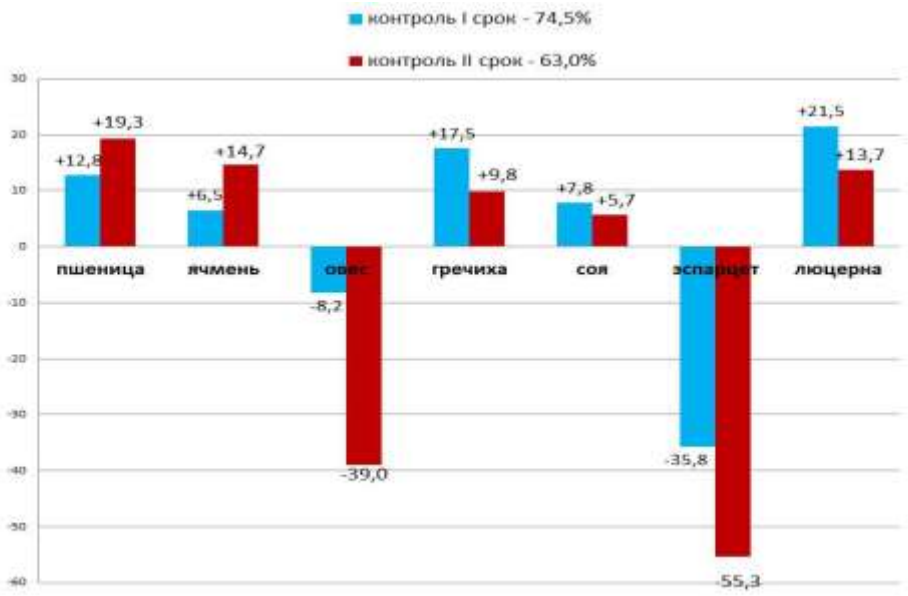

Рис. 4. **Аллелопатическое влияние сельскохозяйственных культур на энергию прорастания семян сорта льна масличного Патриций (± к контролю в %)**

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что наибольший стимулирующий эффект на прорастание семян льна масличного сортов Водограй и Патриций оказывали такие культуры как пшеница (от +12,8% до +21,8%) и люцерна (от +13,7% до +30,0%). Ингибирующее влияние оказывали такие культуры как эспарцет (от -31,9% до –55,3%) и овес (от -33,9% до -33,9%).

Уровень активности энергии прорастания семян сельскохозяйственных культур повышался в варианте с сортом Водограй, где всхожесть семян у контроля была сниженной.

Большую степень положительного воздействия сельскохозяйственные культуры оказывали на желтосемянный сорт льна Патриций, чем на коричневосемянный сорт Водограй.

Данные исследования можно использовать в качестве экспресс-метода для оценки и выбора предшественника для льна масличного.

Литература

1. Кулик А.Ф. Роль аллелопатически активных веществ в формировании устойчивых лесных биогеоценозов степной зоны Украины / А.Ф. Кулик // Вісник Дніпропетровського університету. – 2000. – № 8. – С. 83-89.

2. Райе Э. Аллелопатия / Э. Райе. – М.: Мир, 1978. – 392 с.

3. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ / А.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1965. – С. 189-195.

4. Работнов Т.А. Условия проявления аллелопатии в фитоценозах / Т.А. Работнов. – Изв. АН СССР, сер. биол. – 1974. – № 6. – С. 811-820.

5. Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды / Н.М. Матвеев. – Самарское книжное издательство, 1994. – 204 с.

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

6. Пат. 2131654. Способ оценки аллелопатической активности / А.П. Стаценко, О.А. Тимошкин, А.А. Галиуллин // Открытия. Изобретения. – 1999. – Бюл. № 8.

7. Семенова Е.Ф. Аллелопатия как фактор биотестирования культур в севооборотах со льном / Е.Ф. Семенова, А.А. Смирнов, Т.М. Фадеева, Е.В. Преснякова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 3. – С. 24-25.

8. Семенова Е.Ф. Аллелопатическая оценка льна культурного *Linum usitatissimum L.* / Е.Ф. Семенова, Е.В. Преснякова, Н.А. Морозкина, Т.М. Фадеева // Научно-технич. бюл. Всерос. науч.-исслед. институт масл. культур. Масличные культуры. – 2011. – Вып. 1 (146-147).

9. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ РІЗНИХ КУЛЬТУР НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Т.Г. Товстановська, Ю.А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Бєлова

Інститут олійних культур НААН

Проведено лабораторні дослідження алелопатичного впливу семи сільськогосподарських культур на проростання насіння сортів льону олійного Водограй (коричневонасіннєвий) і Патріций (жовтонасіннєвий). Встановлено, що найбільший стимулюючий ефект на проростання насіння надавали пшениця (від +12,8% до +21,8%) й люцерна (від +13,7% до +30,0%). Пригнічуючий вплив на насіння льону мали еспарцет (від -31,9% до –55,3%) і овес (від -33,9% до -39,0%). Рівень алелопатичної активності сільськогосподарських культур підвищувався у варіантах, де схожість насіння льону була зниженою. У більшому ступені сільськогосподарські культури позитивно впливали на жовтонасіннєвий сорт льону Патриций, ніж на коричневонасіннєвий Водограй.

Ключові слова: алелопатія, насіння, льон олійний, сільськогосподарська культура, стимулюючий ефект, інгібуючий ефект.

ALLELOPATHIC INFLUENCE OF VARIOUS CROPS ON SEED GROWING OF OIL FLAX

T.G. Tovstanovskaya, Yu.A. Makhno, M.N. Jaglo, E.A. Sagaidak, S.D. Belova

Institute of Oilseed Crops NAAS

The aim of the paper was to study the allelopathic interaction of presumed precursor crops on flaxseeds during the initial ontogenetic stages. The object of the research was 2 varieties of flax oilseed – brown-watered Vodogray and yellowgrass Patriciy, as well as seven crops that are used as

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова

precursors in the rotation of olive oil: winter wheat, spring barley, oats, buckwheat, soybean, sainfoin, alfalfa. Flax seeds and each culture, 100 pieces, were germinated in the laboratory. Experience was laid in triplicate and in two terms. Germination was carried out in a thermostat at a temperature of 27 °C for 7 days. The degree of allelopathic interaction of the studied cultures was analyzed according to the gradation: up to 5% of the deviation from the control was very weak, 5-10% – weak, 11-25% – medium, 26-50% – strong, over 50% – very strong. The essential difference was assessed using the Student's test.

As a result of research at the initial stages of ontogenesis, a different degree of allelopathic influence of the studied agricultural crops on flax oil was revealed – from very weak to strong. At the stage of the germination energy of seeds of the brown-seeded flax of the oil-bearing Vodograi, in the 1st term, significant differences from the control of the stimulating effect of the medium and strong (from +13,8% to +30,0%) of such crops as wheat, barley, buckwheat, soybean and alfalfa. At the same time, the positive effect of these crops was also maintained at the stage of complete seed germination. The tendency to decrease seed germination was observed with the joint germination of flax seeds with oats and sainfoins. At the root stage, a significant inhibitory effect of buckwheat, sainfoin and alfalfa was revealed.

In the second seeding period of the same variety, at the stage of germination energy and complete germination of seeds, a reliable positive stimulation of medium strength in variants with wheat and alfalfa was also established. At the stage of seed germination energy, a strong inhibitory effect of oats (-33,9%) and sainfoin (-31,9%) was noted. At the root stage in all variants, the nature of the influence was neutral.

The level of impact of crops was different due to the physiological state of the flax seeds and the timing of the experiment. Thus, in the variant with the Vodograi variety in the first term, where the germination index of the seeds of the control was reduced (54,%), the activity of seed germination was higher in comparison with the second term, where the seed germination energy was higher – 71,5%.

Summarizing the results of the studies on two terms, it can be concluded that wheat (+12,8% ... +21,8%) and alfalfa (+14,5% ... +30,0%) exerted a stimulating effect on the germination of Vodograi seeds. The inhibiting effect was rendered by oats (-9,5% ... -33,9%) and sainfoin (-5,0% ... -31,9%).

With the germination of seeds of the yellow-seeded flax of the oil-bearing Patrician in the 1st term, the stimulating effect of weak and medium strength of such crops as wheat, buckwheat and alfalfa, which was preserved at all stages of ontogeny, was revealed. A strong inhibitory effect was observed in the joint germination of the Patrician flax with the sainfoin at the stage of seed germination energy (-35,8%). At the root stage, the stimulating effect of cultures was manifested in all variants, with the exception of sainfoin.

In the second term, at the stage of seed germination energy, the positive effect of the average force (from +13,7 to +19,3%) was noted with the use of wheat, barley, and alfalfa. The oats (-39,0%) and the sainfoin (-55,3%) had a strong inhibitory effect on flax seeds, and the sainfoin also inhibited the growth of flax roots. At the stage of complete germination, with the exception of the soybean variant, there were no significant differences from the control. As for the length of the spine, reliable stimulation is revealed in the variant with wheat, oats, buckwheat, soybean and alfalfa.

Summarizing the results of the studies for two terms, it can be concluded that wheat (+12,8 ... +19,3%) and alfalfa (+13,7 ... +21,5%) had a significant stimulating effect on the Patrician flax. Suppressed germination of flax seeds oats (-8,2 ... -39,0%) and sainfoin (-35,8 ... -55,3%).

Thus, as a result of the conducted studies, it was established that the greatest stimulating effect on the germination of flax seeds of the oilseed varieties Vodograi and Patriciy was provided by such crops as wheat (from +12,8% to +21,8%) and alfalfa (from +13,7% to +30,0%). Inhibitory effect was

exerted by such crops as sainfoin (from -31,9% to -55,3%) and oats (from -33,9% to -33,9%).
The level of activity of seed germination energy of crops was increased in the variant with the Vodograi variety, where the seed germination in control was reduced. A greater degree of positive impact crops had on the yellow-seeded variety of the Patrician flax than on the brown-haired Vodograi variety. These studies can be used as an express method for evaluating and selecting the predecessor for flaxseed oil.

Key words: allelopathy, seed, flaxseed oil, agricultural crop, stimulating effect, inhibiting effect.

References

1. Kulik A.F. The role of allelopathically active substances in the formation of sustainable forest biogeocenoses of the steppe zone of Ukraine / A.F. Kulik // Bulletin of Dnepropetrovsk University. –2000. – No. 8. – P. 83-89.

2. Raye E. Allelopathy / E. Rye. – Moscow: Mir, 1978. – 392 p.

3. Grodzinsky A.M. Allelopathy in the life of plants and their communities / A.M. Grodzinsky. – Kiev: NaukovaDumka, 1965. – P. 189-195.

4. Rabotnov T.A. Conditions for the manifestation of allelopathy in phytocenoses /T.A. Rabotnov. –Izv. Academy of Sciences of the USSR, ser. Biol. – 1974.– No. 6.– P. 811-820.

5. N.M.Matveev. Allelopathy as an environmental factor / N.M. Matveyev.– Samara book publishing house, 1994. – 204 p.

6. Pat. 2131654. A method for evaluating allelopathic activity / A.P. Statsenko, O.A.Timoshkin, A.A. Galiullin // Discoveries. Inventions.– 1999. – Bul. № 8.

7. Semenova E.F.Allelopathy as a factor of plant biotesting in crop rotations. / E.F.Semenova, A.A. Smirnov, T.M. Fadeeva,E.V. Presniakova // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. – 2008. – No. 3.– P. 24-25.

8. Semenova E.F. Allelopathic evaluation of the flax of the cultural *Linumusitatissimum* L. / E.F. Semenova, E.V. Presnyakova, N.A. Morozkina, T.M. Fadeeva // Scientific and technical. bul. Vseros.Research Institute of Oil.cultures. Oilseeds.– 2011. –Вып. 1 (146-147).

9. Lakin G.F. Biometrics / G.F. Lakin.– Moscow: Higher School, 1990. – 352p.

© Т.Т. Товстановская, Ю. А. Махно, М.Н. Ягло, Е.А. Сагайдак, С.Д. Белова