

ранней желтой спелости: биологическая эффективность против антракноза составила 63,0–66,7 %, фузариоза – 70,0–93,3 %, пасмо – 79,3–80,3 %.

Литература

1. Технология производства продукции растениеводства: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / И. П. Козловская [и др.]; под ред. И. П. Козловской. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 216 с.
2. Алибеков, М. Б. Влияние защитно-стимулирующих обработок семян и посевов на фитосанитарное состояние агроценоза и урожайность льна-долгунца в условиях ЦРНЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. 06.01.01 / М. Б. Алибеков; Российский

государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва, 2019. – 23 с.

3. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт льна, 2019. – 15 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
5. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 462 с.

УДК 631:55:633:521

Влияние микробного препарата Полибакт на плотность ценоза и фотосинтетическую деятельность растений льна

А. А. Снежинский, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 24.02.2023)

В статье показана эффективность действия микробного препарата Полибакт, Ж на полевую всхожесть, выживаемость и фотосинтетическую деятельность растений льна-долгунца. Установлено повышение полевой всхожести льносемян при внесении микробного препарата Полибакт, Ж, которая в зависимости от года исследований варьировала в пределах 81,8–85,0 %. Выживаемость в варианте с использованием препарата Полибакт, Ж находилась в пределах от 74,5 % до 82,7 %. Внесение препарата Полибакт, Ж (3,0 л/га) в почву под зяблевою вспашку повышает полевую всхожесть на 1,7 %, выживаемость – на 0,8 % в сравнении с контролем.

Максимальное количество листьев на растении отмечено в фазе цветения во всех вариантах опыта и варьировало в пределах 50,3–52,7 штук. Площадь листьев на гектаре посева в фазе «елочка» в среднем за 2018–2020 гг. при применении препарата Полибакт, Ж была на уровне 15,5 тыс. м²/га. Максимальные значения этого показателя отмечены в фазе цветения при применении препарата Полибакт, Ж. Превышение над контрольным вариантом составило 13,0 %.

The article shows the effectiveness of the action of the microbial preparation Polybact, G which affects the field germination, survival and photosynthetic activity of flax plants. An increase in the field germination of flax seeds was found with the introduction of the microbial preparation Polybact, G, which, depending on the year of research, varied within 81,8–85,0 %. The survival rate in the variant using Polybact, G was in the range from 74,5 % to 82,7 %. The introduction of Polybact, G (3,0 l/ha) into the soil for winter plowing increases field germination by 1,7 %, survival by 0,8 % compared to the control.

The maximum number of leaves was noted during the flowering phase in all variants of the experiment and varied between 50,3–52,7 pieces. The area of leaves per hectare of sowing in the "herringbone" phase on average for 2018–2020 when using the drug Polybact, G was at the level of 15,5 thousand m²/ha. The maximum values of this indicator were noted in the flowering phase when using the drug Polybact, G. The excess over the control variant was 13,0 %.

Введение

Лен – одна из наиболее трудоемких культур сельского хозяйства. Получение высоких урожаев льна в современных условиях основано на применении эффективных, научно обоснованных технологических приемов возделывания [1]. Формирование высокого урожая сельскохозяйственных растений, и льна в том числе, является результатом фотосинтеза. Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур важное значение имеет общая площадь листовой поверхности растений.

Одним из путей решения данной проблемы является частичная замена традиционных минеральных удобрений микробиологическими препаратами [2]. Основу таких препаратов составляют живые культуры микроорганизмов и продукты их метаболизма [3]. Их использование способствует растворению труднодоступных почвенных

фосфатов, подавлению развития фитопатогенов, ускорению биосинтеза ростовых веществ, фиксации атмосферного азота, что позволяет повысить продуктивность льна [4, 5]. Поэтому целью наших исследований стало изучение эффективности использования микробного препарата Полибакт, Ж путем внесения его в почву по влиянию на плотность ценоза и фотосинтетическую деятельность растений льна.

Методы исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Витебская область, Оршанский район) в 2018–2020 гг. Агротехника общепринятая для возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь [6]. Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели опытных участков представлены в таблице 1.

Повторность опыта четырехкратная [7]. Площадь делянки – 16 м², учетная – 12,5 м². Норма высева – 22,0 млн шт./га всхожих семян. Предшественник – озимые зерновые. Минеральные удобрения вносили в дозе N₁₈P₆₃K₉₆ кг/га д. в. Полевые опыты в годы исследований проводили по схеме, включающей следующие варианты: 1 – контроль (без Полибакт, Ж); 2 – Полибакт, Ж (3,0 л/га).

Фенологические наблюдения в течение вегетационного периода и лабораторные анализы выполняли по общепринятым методикам [8, 9].

Одним из факторов стабилизации урожайности льна-долгунца является формирование оптимальной густоты стеблестоя на единице площади. На показатели полевой всхожести и выживаемости растений оказывают влияние внешние условия. Густоту стеблестоя учитывали на площадках 0,25 м².

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полевой всхожести и выживаемости растений показал эффективность применения препарата Поли-

бакт, Ж. Данный препарат способствует формированию более плотного и продуктивного ценоза. Установлено, что при внесении препарата Полибакт, Ж в почву полевая всхожесть семян и выживаемость растений повышались в сравнении с контрольным вариантом на 1,7 и 0,8 % соответственно (таблица 2).

Полевая всхожесть в контроле в среднем за три года составила 81,5 %, наибольшим данный показатель был в 2019 г. (83,2 %), а наименьшим – в 2018 г. (79,5 %). При внесении препарата Полибакт, Ж в почву отмечено достоверное повышение этого показателя в 2018 и 2019 г. (рисунок 1).

За период исследований выживаемость растений в контрольном варианте варьировала в пределах от 74,5 % до 81,8 %. При внесении препарата Полибакт, Ж в почву этот показатель статистически значимо увеличивался в 2018 и 2019 г., составив 80,0 % и 82,7 % соответственно, тогда как в 2020 г. был на уровне контрольного варианта (рисунок 2).

Плотность посева влияет на освещенность растений льна и их фотосинтетическую деятельность. Анализ фор-

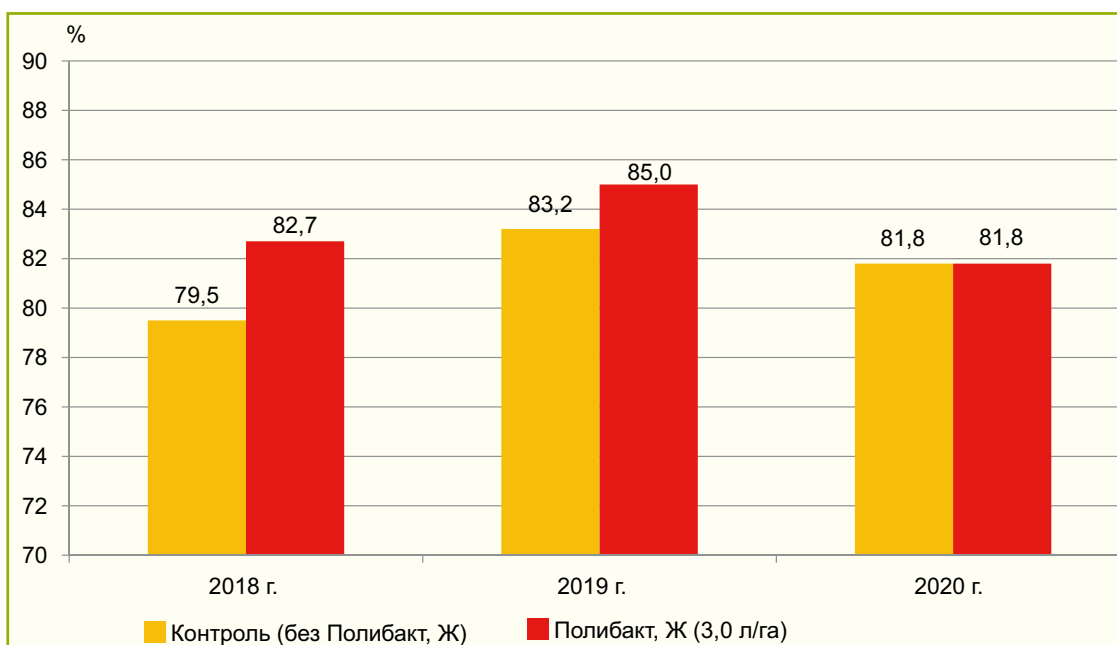


Рисунок 1 – Влияние препарата Полибакт, Ж на полевую всхожесть семян льна-долгунца

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытных участков

| Агрохимические показатели | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. |
|---|---------|---------|---------|
| pH (KCl) | 5,5 | 6,0 | 5,0 |
| Гумус (по Тюрину), % | 2,1 | 2,7 | 1,5 |
| P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг почвы | 285 | 231 | 293 |
| K ₂ O (по Масловой), мг/кг почвы | 284 | 244 | 271 |

Таблица 2 – Влияние препарата Полибакт, Ж на полевую всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

| Вариант | Полевая всхожесть, % | Выживаемость, % |
|----------------------------|----------------------|-----------------|
| Контроль (без Полибакт, Ж) | 81,5 | 78,3 |
| Полибакт, Ж (3,0 л/га) | 83,2 | 79,1 |
| НСР ₀₅ | 0,8–1,2 | 0,5–0,7 |

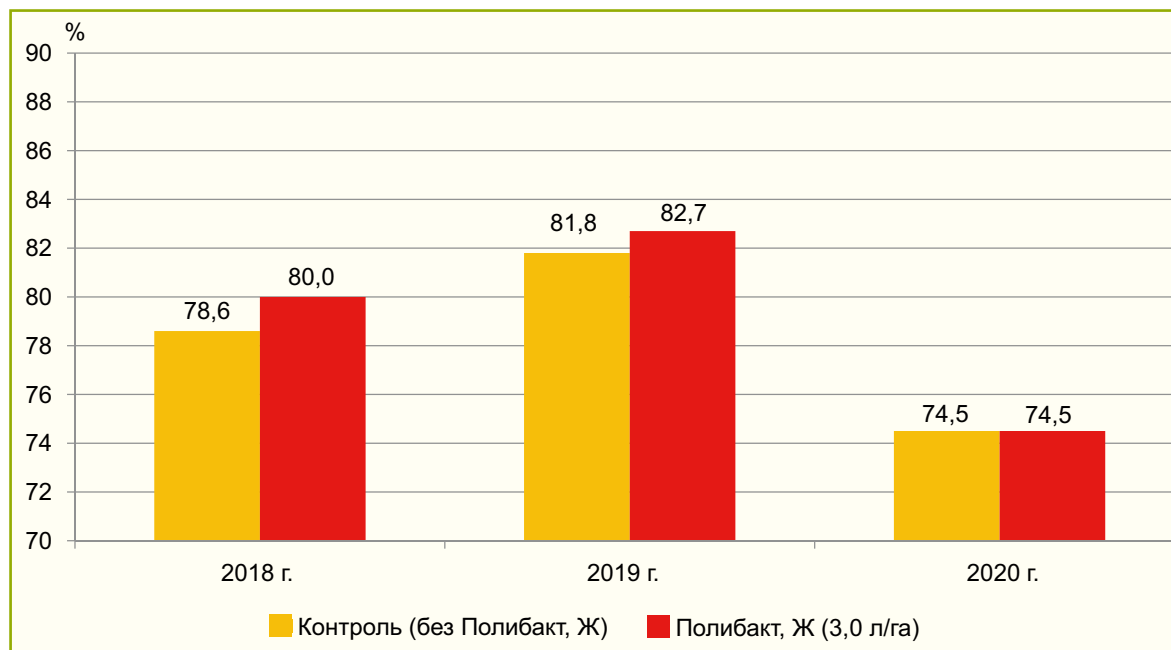


Рисунок 2 – Влияние препарата Полибакт, Ж на выживаемость растений льна-долгунца к уборке

мирования листовой поверхности показал, что в среднем за 2018–2020 гг. внесение препарата Полибакт, Ж способствовало увеличению количества листьев на растении во всех фазах развития. Максимальное количество листьев отмечено в фазе цветения и составило в контрольном варианте 50,3 шт./растение, а при внесении препарата Полибакт, Ж – 52,7 шт., превысив значение контрольного варианта на 2,4 шт. (таблица 3).

По мере роста и развития увеличивалась площадь одного листа, достигая максимального значения в фазе цветения и варьируя в пределах 0,54–0,58 см² в зависимости от условий вегетационного периода. В стадии зеленой спелости площадь одного листа уменьшалась в сравнении с предыдущей фазой и находилась в пределах 0,52–0,55 см² (таблица 4).

В среднем за 2018–2020 гг. площадь листьев на растении увеличивалась, начиная с фазы «елочка» до фазы цветения. В фазе цветения площадь листьев на одном растении была максимальной и составила

27,4 см² в контроле и 30,6 см² при применении препарата Полибакт, Ж (таблица 5).

Площадь листьев на гектаре посева зависит от густоты стояния растений и площади листьев на растении. В наших исследованиях установлено, что различия вариантов по площади листьев отмечены начиная с фазы «елочка». Этот показатель в данной фазе в контрольном варианте составил 13,6 тыс. м²/га, а при применении препарата Полибакт, Ж – 15,5 тыс. м²/га, что выше на 14,0 %.

Отмечен интенсивный прирост листовой поверхности в фазе бутонизации. В этот период в контрольном варианте площадь листьев на одном гектаре посева была 37,1 тыс. м²/га, а при применении препарата Полибакт, Ж – 45,9 тыс. м²/га, т. е. превышала на 8,8 тыс. м²/га или на 23,7 %.

Максимальное значение площади листовой поверхности на гектаре посева было в фазе цветения в варианте с применением препарата Полибакт, Ж. Превышение над контрольным вариантом составило 13,0 % (таблица 6).

Таблица 3 – Влияние препарата Полибакт, Ж на количество листьев на растении льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

| Вариант | Количество листьев, шт./растение | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------|-------------|----------|------------------|
| | фаза развития | | | | |
| | всходы | «елочка» | бутонизация | цветение | зеленая спелость |
| Контроль (без Полибакт, Ж) | 2 | 20,3 | 44,3 | 50,3 | 39,7 |
| Полибакт, Ж (3,0 л/га) | 2 | 21,7 | 49,3 | 52,7 | 42,7 |

Таблица 4 – Влияние препарата Полибакт, Ж на площадь одного листа льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

| Вариант | Площадь одного листа, см ² | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------|-------------|----------|------------------|
| | фаза развития | | | | |
| | всходы | «елочка» | бутонизация | цветение | зеленая спелость |
| Контроль (без Полибакт, Ж) | 0,21 | 0,37 | 0,47 | 0,54 | 0,52 |
| Полибакт, Ж (3,0 л/га) | 0,22 | 0,39 | 0,51 | 0,58 | 0,55 |

Таким образом, динамика площади листьев в посевах подчиняется определенной закономерности, суть которой в следующем: после появления всходов площадь листьев медленно возрастает, затем темпы нарастания увеличиваются. Площадь листьев может сильно варьировать в течение вегетации в зависимости от применяемых агротехнических приемов и других факторов.

Нами установлен факт увеличения общей листовой поверхности льна-долгунца в фазе цветения при внесении в почву препарата Полибакт, Ж в среднем за годы исследований (2018–2020 гг.) на 13,0 %.

Формирование урожая зависит не только от величины площади листьев, но и от времени ее функционирования. Фотосинтетический потенциал (ФП) за какой-либо период представляет собой сумму величин площади листьев за каждые сутки конкретного периода.

Величина ФП была наибольшей в фазе бутонизации как в контрольном варианте, так и в вари-

анте с применением Полибакт, Ж и достигала 963,8 и 1167,8 тыс. м² сут/га соответственно.

В целом за период вегетации ФП в контрольном варианте составил 1770,8 тыс. м² сут/га, в варианте с применением Полибакт, Ж – 2106,1 тыс. м² сут/га (рисунок 3). Превышение по отношению к контролю составило 335,3 тыс. м² сут/га или 18,9 %.

Одним из показателей, характеризующих продукционный процесс растений, является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Чистая продуктивность фотосинтеза – это количество сухого вещества в граммах, накопленного 1 м² листовой поверхности за 1 сутки. Величина этого показателя для различных сельскохозяйственных культур колеблется в пределах 1...20 г/м² сут.

В наших исследованиях ЧПФ изменялась по фазам роста и развития растений. В зависимости от фазы развития этот показатель в контрольном варианте находился в пределах 1,2–3,9, в варианте с применением

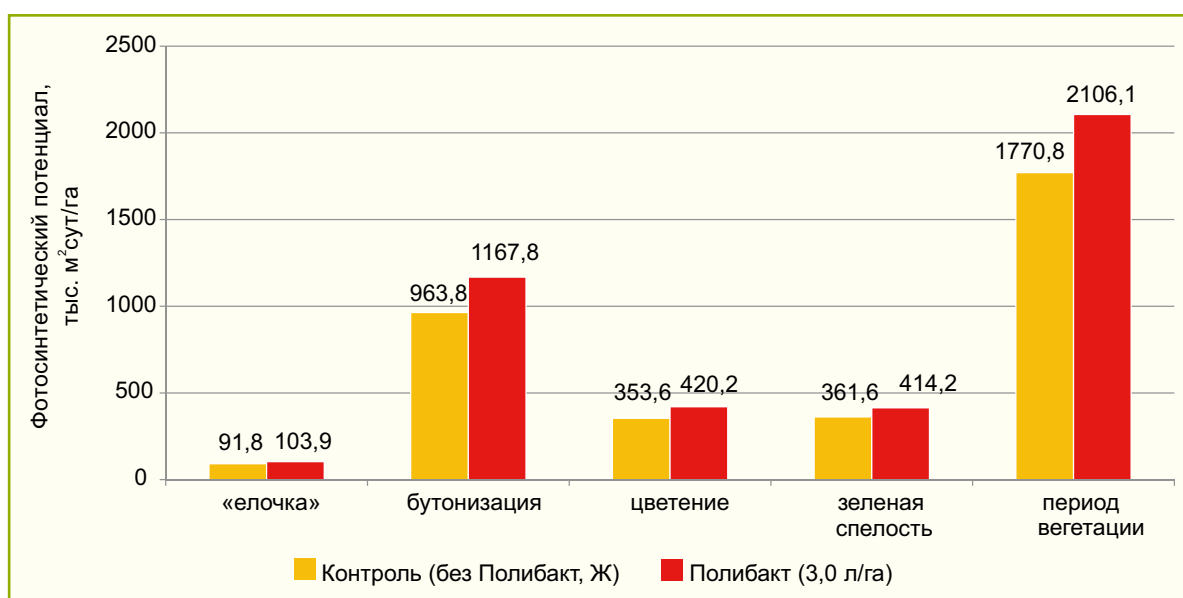


Рисунок 3 – Динамика фотосинтетического потенциала (ФП) по фазам развития льна-долгунца на фоне внесения микробного препарата Полибакт, Ж (среднее, 2018–2020 гг.)

Таблица 5 – Влияние препарата Полибакт, Ж на площадь листьев на растении льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

| Вариант | Площадь листьев, см ² /растение | | | | |
|----------------------------|--|----------|-------------|----------|------------------|
| | фаза развития | | | | |
| | всходы | «елочка» | бутонизация | цветение | зеленая спелость |
| Контроль (без Полибакт, Ж) | 0,41 | 7,6 | 20,7 | 27,4 | 20,8 |
| Полибакт, Ж (3,0 л/га) | 0,43 | 8,5 | 25,1 | 30,6 | 23,7 |

Таблица 6 – Влияние препарата Полибакт, Ж на площадь листьев льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

| Вариант | Площадь листьев, тыс. м ² /га | | | | |
|----------------------------|--|----------|-------------|----------|------------------|
| | фаза развития | | | | |
| | всходы | «елочка» | бутонизация | цветение | зеленая спелость |
| Контроль (без Полибакт, Ж) | 0,74 | 13,6 | 37,1 | 47,1 | 35,8 |
| Полибакт, Ж (3,0 л/га) | 0,79 | 15,5 | 45,9 | 53,2 | 41,2 |
| НСР ₀₅ | 0,2 | 0,7–1,5 | 2,1–2,8 | 1,7–3,2 | 1,6–2,8 |

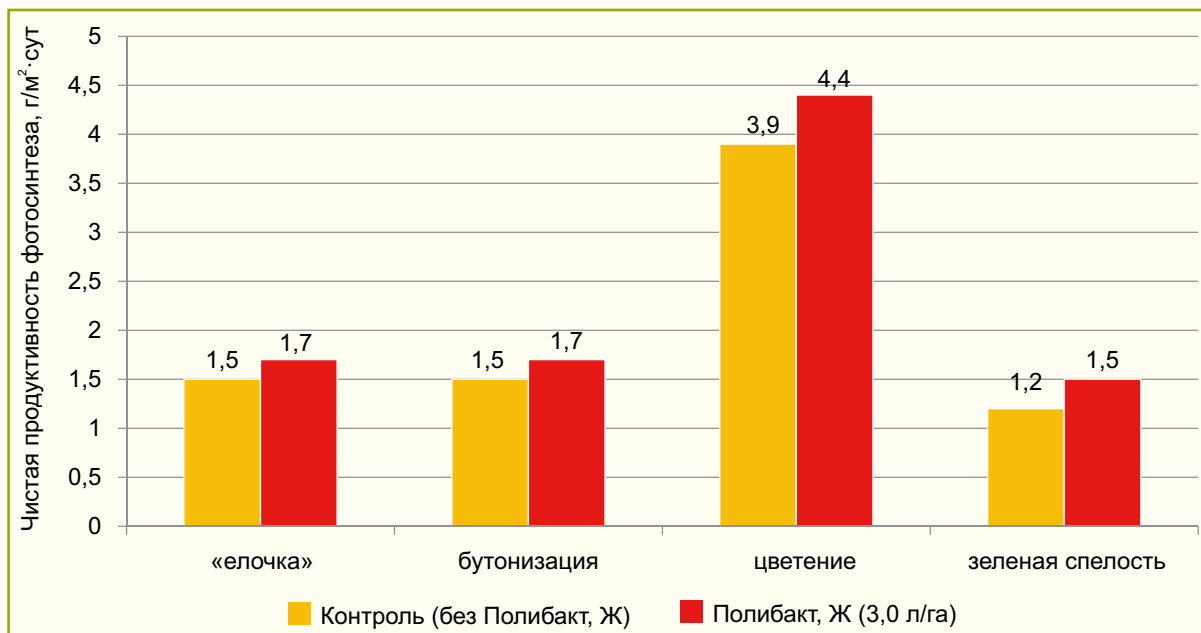


Рисунок 4 – Динамика чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) по фазам развития льна-долгунца на фоне внесения микробного препарата Полибакт, Ж (среднее, 2018–2020 гг.)

Полибакта, Ж – 1,5–4,4 г/м²·сут (рисунок 4). Установлено, что значения чистой продуктивности фотосинтеза увеличивались, начиная с фазы «елочка», и достигали максимальной величины в фазе цветения. Применение препарата Полибакт, Ж обеспечивало повышение этого показателя по сравнению с контрольным вариантом независимо от фазы вегетации. Превышение над контролем составило по фазам развития: «елочка» и бутонизация – 13,3 %, цветение – 12,8 %, зеленая спелость – 25,0 %.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что полевая всхожесть семян льна-долгунца в контрольном варианте в зависимости от года исследований варьировала в пределах 79,5–83,2 % и в среднем за три года составила 81,5 %. При внесении препарата Полибакт, Ж в почву отмечено достоверное повышение этого показателя, который в зависимости от года исследований варьировал в пределах 81,8–85,0 %. Выживаемость растений льна-долгунца в варианте с использованием препарата Полибакт, Ж находилась в пределах от 74,5 % до 82,7 %.

Применение препарата Полибакт, Ж увеличивало количество листьев в фазе «елочка» до 21,7 шт./растение. Максимальное количество листьев отмечено в фазе цветения во всех вариантах опыта и варьировало в пределах 50,3–52,7 шт./растение.

Площадь листьев на гектаре посева в фазе «елочка» в среднем за 2018–2020 гг. в контрольном варианте составила 13,6 тыс. м²/га, а при применении препарата Полибакт, Ж была на уровне 15,5 тыс. м²/га. Максимальные значения площади листовой поверхности на гектаре посева отмечены в фазе цветения при применении препарата Полибакт, Ж. Превышение над контрольным вариантом составило 13,0 %.

Внесение препарата Полибакт, Ж в почву способствует увеличению фотосинтетического потенциала посевов в течение вегетации за счет увеличения листовой поверхности. Также проявляется тенденция к повышению чистой продуктивности фотосинтеза.

Внесение препарата Полибакт, Ж (3,0 л/га) в почву под зяблевую вспашку повышает ЧПФ в фазе цветения на 12,8 %, ФП за период вегетации – на 18,9 % по сравнению с контролем.

Литература

1. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / В. П. Понажев [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 148 с.
2. Кожемяков, А. П. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А. П. Кожемяков, А. В. Хотянович // Бюллетень ВИУА. – 1997. – № 10. – С. 4–5.
3. Патыка В. Ф. Роль азотфиксирующих микроорганизмов в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений / В. Ф. Патыка, А. В. Калиниченко, М. В. Колмаз // Микробиологический журнал. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 3–14.
4. Умаров, Н. М. Ассоциативная азотфиксация / М. М. Умаров. – М.: МГУ. – 1986. – 132 с.
5. Умаров, М. М. Ацетиленовый метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях / М. М. Умаров // Почвоведение. – 1976. – № 11. – С. 119–123.
6. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт льна, 2019. – 15 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
8. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. – Торжок, 1978. – 72 с.
9. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Б. С. Долгов [и др.]. – М-во сел. хоз-ва СССР. Глав. упр. хлопководства и лубяных культур. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т льна. – Москва: Колос, 1969. – 40 с.