

**ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ
В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЛЮПИНА**

Цыганов А.Р., Царёва М.В.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь

Введение. Смешанные агрофитоценозы - это перспективное направление интенсификации растениеводческой отрасли, связанное с наиболее полным и эффективным использованием биоклиматического потенциала конкретного поля.

Продуктивность смешанных посевов во многом зависит от климатических условий, уровня плодородия почвы и культуры земледелия. Высокая активность симбиотической фиксации азота атмосферы обуславливается многими факторами. Одним из них является влажность почвы. Обычно клубеньки на корнях бобовых образуются в интервале 40-80% увлажнения почвы от полной ее влагоемкости. Достаточной для этого процесса следует считать влажность 60-70% от ППВ.[1] Второй: температура почвы - наиболее активная фиксация азота происходит в зоне определенных температур. У многих бобовых растений активная азотфиксация протекает при температуре 20-24°C. Повышение или понижение этой температуры тормозит симбиотическое усвоение атмосферного азота. Растения, имеющие на корнях клубеньки и усваивающие азот воздуха, отрицательно реагируют на повышение температуры в зоне корней.[2]

В процессе роста и развития между растениями одних или разных видов в смешанных посевах возникают многосторонние взаимоотношения. Эти явления нельзя рассматривать как простую борьбу за влагу и элементы минерального питания, они более сложные и определяют, прежде всего, выделениями подземными и надземными органами растений биологически активных веществ.[3] В составе корневых выделений из растений в субстрат поступают аминокислоты, амиды, сахара, витамины, ферменты другие органические и минеральные вещества, а также вода. Благодаря этому на корнях и в прикорневой почве активизируются микроорганизмы, отличающиеся о почвенных по количеству и видовому составу.

В связи с этим актуальным является изучение продуктивности смесей в зависимости от метеорологических условий и питания в конкретной почвенно-климатической зоне.

Методика и методы проведения исследований. Исследования проводились на опытном поле БГСХА 2003-2004 гг. Почва опытных участков – дерново-подзолистая, слабооподзоленная, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 120см моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, имела близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора ($pH_{KCl-6,0}$), низкое содержание гумуса 1,4%, среднюю обеспеченность подвижным фосфором (140мг/кг) и подвижным калием (135 мг/кг).

В чистых посевах норма высева яровой пшеницы -250кг/га, люпина -200кг/га, в смешанных посевах соотношение компонентов в смеси 50:50 от нормы высева в чистом виде. Для посева использовались районированные и перспективные сорта: пшеница – Контеса; люпин – Владлен. Для борьбы с сорняками в посевах пшеницы и люпина спустя три дня после посева использовали Гезагارد, 500г/кг, с.п. (1,5кг/га). Предшественником во все годы проведения исследований являлся картофель.

Схема опыта представляет собой полный факториальный эксперимент, выражаемый формулой $3 \times 2 \times 2$, где изучались: 3 уровня азотного питания (N_0 , N_{30} и N_{60}); два биопрепарата: 1) на основе симбиотической азотфиксации - сапронит, используемый для инокуляции семян бобовых культур (люпин); 2) на основе ассоциативной азотфиксации - ризобактерин для инокуляции семян зерновых культур (яровая пшеница); две культуры: зерновая - пшеница, зернобобовая - люпин.

Сапронит – препарат симбиотических клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini*, титр 3-6 млрд. КОЕ/мл, субстратом-носителем которого является органический сапропель. Штамм клубеньковых бактерий имеет повышенную способность к синтезу ауксина.

Ризобактерин – ассоциативный diaзотроф *Klebsiella planticola* (титр 2-2,5 млрд. жизнеспособных клеток/мл), обладающий множественным эффектом: фиксация атмосферного азота, биосинтез ИУК, подавление жизнедеятельности корневых патогенов.

Опыт проводился методом наложения вариантов. На делянках первого порядка изучались возрастающие дозы азотных удобрений; на делянках - полосах второго порядка – эффективность биопрепаратов в чистых и смешанных посевах пшеницы и люпина. Общая площадь делянки – 72 (24×3), учетная – 66м² (22×3). Размещение делянок рендомизированное внутри каждого повторения. Повторность 4-х кратная.

Семена люпина и пшеницы обрабатывались соответствующими биопрепаратами (200 мл/га) непосредственно в день посева с прилипателем (2% раствор $NaKMnO_4$).

Для оценки погодных условий в агрохимических исследованиях наиболее часто используется гидротермический коэффициент (ГТК),

который предложил в 1928 году Г.Т. Селянинов. ГТК – это отношение количества осадков к испаряемости за определенный период. Его применяют для характеристики изменения средней многолетней эффективности удобрения в зависимости от почвенно-климатических условий. Величину ГТК за весь вегетационный период или его некоторую часть используют для оценки агрометеорологических условий при изучении изменения эффективности удобрений по годам. Можно рассчитать ГТК за весь период активной вегетации и за любую его часть. Величина ГТК больше 1,6 характеризует избыточное, 1,3-1,0 – недостаточное увлажнение, а 1,3-1,6 – нормальное увлажнение. Величина 1,0-0,7 свидетельствует о засушливых условиях, меньше 0,7 – сухих.

Расчет гидротермического коэффициента показал, что годы проведения исследований отличались по метеоусловиям (табл. 1,2): 2003г. был нормально увлажненным - ГТК за вегетационный период составил 1,6, 2004г. имел недостаточное увлажнение, ГТК за период май – август составлял 1,04.

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха в годы исследований, °С (данные Горецкой метеостанции)

| Годы | Месяц | | | | | | Средняя за 6 месяцев | Откл. от ср. многол. |
|---------------------|-------|------|------|------|------|------|----------------------|----------------------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 2003 | 4,1 | 15,0 | 14,0 | 19,8 | 15,6 | 10,7 | 13,2 | +0,2 |
| 2004 | 5,7 | 10,7 | 14,3 | 17,7 | 18,1 | 11,9 | 13,1 | +0,1 |
| Средне-много-летняя | 4,6 | 12,4 | 15,9 | 17,8 | 16,2 | 11,1 | 13,0 | |

Таблица 2. Количество осадков в годы исследований, мм (данные Горецкой метеостанции)

| Годы | Месяц | | | | | | Сумма за 6 месяцев | Откл. от ср. многол. |
|---------------------|-------|------|------|------|-------|------|--------------------|----------------------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 2003 | 37,3 | 76,7 | 73,3 | 61,9 | 150,1 | 42,9 | 442,2 | 18,2 |
| 2004 | 34,1 | 18,5 | 28,6 | 77,1 | 57,0 | 22,4 | 237,7 | -186,8 |
| Средне-много-летняя | 46 | 59 | 77 | 92 | 89 | 61 | 424 | |

Различные погодные условия учитывались при оценке эффективности удобрений, бактериальных препаратов, и их влияния на урожайность яровой пшеницы и люпина в чистых и смешанных посевах.

Результаты и обсуждения. По температурному режиму и обеспеченности вегетационного периода влагой Могилевская область, где проводились исследования, входит в центральную агроклиматическую зону [4], где сумма активных температур колеблется от 2200 до 2400°С,

годовое количество осадков равно 500-600 мм в том числе 600-325 мм за летний период. В годы исследований (2003-2004гг.) средняя температура воздуха в вегетационный период была на уровне средней многолетней 13°C, количество осадков колебалось от 237 мм в 2004г. до 442 мм в 2003г., что отличалось от средней многолетней за этот период (табл. 1,2).

Следует отметить, что в период проведения исследований отмечался значительный перепад температур в течение одного дня, что особенно отрицательно сказывается на развитии бобовой культуры.

Таблица 3. Влияние метеорологических условий на эффективность бактериальных препаратов в чистых и смешанных посевах яровой пшеницы и люпина

| Вариант (В) | 2003г. | | | | | | 2004г. | | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | N0 | | N30 | | N60 | | N0 | | N30 | | N60 | |
| | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га |
| Пшеница | 16,7 | | 21,0 | | 23,5 | | 17,8 | | 25,2 | | 39,8 | |
| Пшеница +(РБ) | 19,0 | 2,3 | 25,7 | 4,7 | 31,8 | 8,3 | 22,1 | 4,3 | 37,3 | 12,1 | 49,3 | 9,5 |
| Люпин | 13,2 | | 17,5 | | 19,7 | | 13,5 | | 21,8 | | 28,7 | |
| Люпин +(С) | 15,9 | 2,7 | 20,0 | 2,5 | 22,4 | 2,7 | 15,4 | 1,9 | 27,5 | 5,7 | 31,2 | 2,5 |
| Пшеница(РБ)+ люпин | 12,5 | 1,1 | 24,4 | 4,8 | 25,7 | 4,5 | 16,8 | 2,0 | 30,9 | 2,2 | 34,6 | 2,9 |
| Пшеница + люпин (С) | 12,2 | 0,8 | 21,5 | 1,9 | 22,6 | 1,4 | 14,9 | 0,1 | 29,9 | 1,2 | 34,5 | 2,8 |
| Пшеница (РБ) + люпин (С) | 14,1 | 2,7 | 24,2 | 4,6 | 28,7 | 7,5 | 18,2 | 3,4 | 32,6 | 3,9 | 38,4 | 6,7 |
| Пшеница + Люпин | 11,4 | | 19,6 | | 21,2 | | 14,8 | | 28,7 | | 31,7 | |
| Среднее | 14,4 | | 21,7 | | 24,4 | | 16,7 | | 29,2 | | 36,0 | |
| Сумма | | 9,6 | | 18,5 | | 24,4 | | 11,7 | | 25,1 | | 24,4 |

2003гг. $HCP_{05}(AB)=1,23$

2004гг. $HCP_{05}(AB)=0,98$

Среднее за 2003-2004гг. $HCP_{05}(AB)=0,78$

$HCP_{05}(A) = 0.44$

$HCP_{05}(A) = 0.34$

$HCP_{05}(A) = 0.28$

$HCP_{05}(B) = 0.71$

$HCP_{05}(B) = 0.56$

$HCP_{05}(B) = 0.45$

Известно что при температуре воздуха выше 25°C процесс роста люпина замедляется. Выявлено, что при понижении температуры воздуха темп развития растений люпина снижается сразу же, а при ее повышении эффект наблюдается только через три дня. Также если в фазу бутонизации наблюдается дефицит влаги и температура воздуха выше 25°C не все цветочные бугорки реализуются в бутончики и, как следствие, происходит снижение урожая по сравнению с потенциальным. Следует отметить, что если в 2003 году во время налива зерна, в августе месяце, наблюдалось избыточное увлажнение (ГТК-3,10), то в 2004 году в данный период ощущался недостаток влаги (ГТК-0,95), что в свою очередь сказалось на эффективности удобрений, биопрепаратов и на урожайности.

Действие бактериальных препаратов зависело от метеорологических условий в годы проведения исследований. Так, например, в чистых посевах, прибавка урожая яровой пшеницы от ризобактерина на без азотном фоне в 2003 году (ГТК-1,6) составила 2,3 на фоне N30 - 4,7, на фоне N60 - 8,3 ц/га, тогда как в 2004 году (ГТК-1,04) 4,3, 12,1 и 9,5 ц/га соответственно (табл. 3). В чистых посевах люпина, прибавка урожая от сапронита, в 2003 году на без азотном фоне составила 2,7 на фоне N30-2,5 на фоне N60-2,7 ц/га, в 2004 году -1,9, 5,7 и 2,5 ц/га соответственно. Таким образом, в чистых посевах действие биопрепаратов было эффективнее при недостатке влаги, а действие сапронита в этот год, в посевах люпина, снижалось с увеличением азотного питания до 60 кг/га д.в. В смешанных посевах действие только ризобактерина, для яровой пшеницы было менее эффективным: прибавка в зависимости от фона азотного питания колебалась в 2003 году от 1,1 до 4,8 ц/га, в 2004 году от 2,0 до 2,9 ц/га, а действие только сапронита снижалось, прибавка урожайности колебалась в зависимости от фона от 0,8 до 1,9 ц/га в 2003 году, от 1,2 до 2,8 ц/га в 2004 году. Видимо здесь сказались не только метеорологические условия, но и взаимодействие компонентов смеси. Совместное действие бактериальных препаратов в смешанных посевах яровой пшеницы и люпина не зависело от метеорологических условий, и было стабильно по годам исследований. Так в 2003 году прибавка урожайности от бактериальных препаратов в зависимости от уровня азотного питания (N0-N30-N60) составила 2,7-4,6 -7,5 ц/га, в 2004 году 3,4-3,9-6,7 ц/га соответственно. Более эффективное действие инокуляции на фоне N60. Следовательно, проявляется синергизм действия биопрепаратов и культур, что исключает влияние климатических условий и активизирует действие биопрепаратов.

Максимальная прибавка урожайности, от ризобактерина, для яровой пшеницы, в смешанных посевах, наблюдалась в более увлажненный 2003 год (ГТК-1,6) на фоне N30 и N60 (4,8 и 4,5 ц/га соответственно), в недостаточно увлажненный 2004 год (ГТК-1,04) прибавка урожайности составила 2,2-2,9 ц/га соответственно. Действие сапронита на люпине в смешанных посевах с яровой пшеницей, при недостаточном увлажнении, дало существенную прибавку урожайности в 2004 году на фоне N60, которая составила 2,8 ц/га.

Выводы. 1. При недостаточном увлажнении, максимальная прибавка урожайности яровой пшеницы и люпина от инокуляции семян, в чистых посевах, наблюдается на фоне N30 -12,1 ц/га и 5,7 ц/га соответственно.

2. В год с избыточным увлажнением, при инокуляции компонентов смеси, прибавка урожайности 7,5 ц/га была на фоне N60.

3. При инокуляции одного из компонентов смеси, в год с избыточным увлажнением, прибавка урожайности снижалась и колебалась от 0,8 до 4,8 ц/га, в год с недостаточным увлажнением – от 0,1 до 2,9 ц/га соответственно.

Литература

1. Мишустин Е. Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. – М.: Наука, 1968. – 531с.
2. Мильто Н.И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений. – Минск: “Наука и техника”, 1982. – 296с.
3. Лупашку З.А. Микрофлора ризосферы смешанных бобово-злаковых посевов и ее роль в питании растений // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Л., 1974. – 15 с.
4. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова – Минск, 1996. – 233 с.

Резюме

В смешанных посевах (яровая пшеница + люпин) при избыточном увлажнении при инокуляции одного из компонентов смеси прибавка урожайности в зависимости от уровня азотного питания колебалась от 0,8 до 4,8 ц/га, при недостатке увлажнения – от 0,1 до 2,9 ц/га.

Совместное действие биопрепаратов в смешанных посевах яровой пшеницы (ризобактерин) и люпина (сапронит) не зависело от метеорологических условий, и было стабильно по годам исследований, но эффективнее их действие проявлялось на уровне 60 кг/га д.в. минерального азота, прибавка урожайности составила 7,5 и 6,7 ц/га.

Summary

In blended sowings (spring wheat + lupine) at exuberant humidifying at an inoculation of one of components of a mix the increase of productivity depending on a level of a nitrogen feed oscillated from 0,8 up to 4,8 cwt/ha, at lack of humidifying - from 0,1 up to 2,9 cwt/ha.

The joint action of biological preparations in blended sowings spring wheat (rizobacterin) and lupin (saprinit) did not depend on meteorological conditions, and was stable on years of researches, but their operating is more effective showed at a level of 60 kg/ha of active matter. Mineral azote, the increase of productivity has compounded 7,5 and 6,7 cwt/ha.