

technical microclimate ways of modular type livestock buildings with control based on microprocessor technology. Implementation of environmental requirements for animal production should be based on results of systematic monitoring of livestock enterprises areas, identifying indicators of anthropogenic pollution.

REFERENCES

1. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення: [Закон України] /

- Відомості Верховної Ради України. — 1994. — № 27. — 219 с.
2. Про охорону навколишнього природного середовища: [Закон України] / Відомості Верховної Ради (ВВР). — 1991. — № 41. — 546 с.
 3. Про охорону атмосферного повітря: [Закон України] // Відомості Верховної Ради (ВВР). — 1992. — № 50. — 678 с.
 4. Проект рішення о прийнятті Руководящего документа о предотвращении и сокращении выбросов аммиака из сельскохозяйственных источников // Материалы 31 сессии Европейской экономической комиссии. — Женева, 2012. — 122 с.

УДК 631.8.811:631.622

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ РОЛЬ СЕВООБОРОТОВ (НА ОСНОВЕ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

А.М. Бердников¹, Е.П. Чмель², Л.В. Потапенко¹, М.А. Кризская³

¹ Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

² Чернігівський державний інститут економіки і управління

³ Інститут агроекології і природокористування НААН

На основі лізиметричних досліджень встановлено закономірності міграції ґрунтової вологи і деяких біогенних елементів за межі кореневмісного шару ґрунту залежно від типу рослинності і системи удобрення. Показано еколого-агротехнічну і енергозберігаючу роль багаторічних трав, які дають змогу регулювати втрати найбільш лабільних елементів (азоту, кальцію, магнію) і збільшити продуктивність культур у сівозміні. Наведено оптимальну модель вузькоспеціалізованої зерно-картопляної сівозміни, що сприяє підвищенню коефіцієнта використання поживних речовин та удобрень рослинами на дерново-підзолистих ґрунтах в умовах зони Полісся.

Ключові слова: лізиметричні дослідження, сівозміна, тип рослинності, волога, біогенні елементи.

Научно обоснованное чередование культур в земледелии, а также оптимальная структура их, позволяет в системе «почва — растение» максимально эффективно использовать влагу и биогенные элементы. Одновременно севооборот успешно выполняет фитосанитарную роль и естественным путем обеспечивает минимальную засоренность посевов.

В севообороте поражение растений болезнями может снижаться в 2–4 раза относительно бессменных посевов.

При несоблюдении севооборотов или нарушении научно обоснованного чередования культур для поддержания заданного урожая возникает необходимость дополнительного внесения удобрений и химических средств защиты, что в свою очередь порождает экологические проблемы почвы и качества продукции. В последние

© А.М. Бердников, Е.П. Чмель, Л.В. Потапенко, М.А. Кризская, 2014

годы конъюнктура рынка требует производства «прибыльных» культур при любых условиях. Если этот процесс не ограничить рамками закона, то он может набрать стихийный характер и привести к полному хаосу в земледелии.

Профессор П.И. Бойко приводит в этом плане опыт Нидерландов — страны с самым высоким уровнем земледелия в Европе, где на законодательном уровне запрещаются нарушения севооборотов, а периодичность выращивания культур, например картофеля, — один раз в три года, регулируется нормативами [1]. Таким образом, здоровое фитосанитарное состояние почвы охраняется законом.

Добавим при этом, что севооборот определяет уровень урожайности, систему удобрения и защиты, уровень биологизации и систему обработки почв, эффективность химической мелиорации, т.е. является фундаментом любой системы земледелия: традиционной, альтернативной, органической, минеральной.

Севообороты полесской зоны Украины в классическом земледелии были десяти-семипольными с относительно широким набором культур, предназначенных для покрытия потребностей как товарного зерна и картофеля, так и кормов для животноводства; последнее в свою очередь обеспечивало севооборот органическим удобрением — навозом в количестве 10–12 т/га, что гарантировало устойчивое земледелие и расширенное воспроизводство плодородия почв, наиболее распространенных в Полесье, — дерново-подзолистых. В настоящее время, в связи с резким сокращением поголовья крупного рогатого скота, в зоне Полесья вносится 1–3 т/га органических удобрений, что требует поиска альтернативы навозу.

На основе многолетних исследований М.А. Бобрицкая [2] в свое время пришла к выводу, что 13 млн га дерново-подзолистых супесчаных почв стран СНГ нуждаются в защите от внутрипочвенного стока, и на таких почвах необходимо учитывать потери биогенных элементов в силу инфильтрации атмосферных осадков. Таких почв в зоне Полесья Украины свыше 3,3 млн га.

Академик М.З. Милащенко подчеркивает, что в современном земледелии регулирование и контроль внутрипочвенного стока — важный вопрос современной агроэкологии [3]. К аналогичному выводу пришел и академик Г.А. Мазур [4].

Важно иметь также научно обоснованное представление в зональном аспекте о процессах круговорота и баланса питательных веществ в системе «почва — растение» с целью разработки агротехнических приёмов, направленных на повышение коэффициентов использования влаги, питательных веществ, почвы и удобрений. Данный вопрос весьма актуален как для традиционного, так и для альтернативного и органического земледелия.

Следовательно, целью данной работы является разработка и изучение оптимальных моделей зональных технологий, которые должны свести к минимуму непроизводственные потери биогенных элементов, а коэффициенты использования питательных веществ почвы и удобрений культурными растениями приблизить к максимальным уровням.

Контроль и методы решения миграции влаги и биогенных элементов возможны только при условии наличия экспериментальной базы — стационарной лизиметрической установки, которая была построена в 1970 г. на Черниговской областной сельскохозяйственной опытной станции и функционирует по настоящее время.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в стационарной лизиметрической установке Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, которая имеет 48 секций-лизиметров, размещенных двумя параллельными рядами по 24 лизиметра в каждом. Под ними установлено сосуды для собирания фильтрата; лизиметры — бетонные, насыпного типа.

Заполнение ячеек лизиметров почвы проводили, начиная с материнской породы, с учетом мощности каждого генетического горизонта при их природном составе.

Посевная площадь лизиметрической ячейки — 3,8 м², повторность — трёхкратная. Слой почвы одной ячейки — 155 см, масса почвы — 10,5 т. Почва лизиметрического опыта дерново-подзолистая супесчаная, типичная для почв Черниговской обл. и Левобережного Полесья.

Профиль почвы состоит из следующих генетических горизонтов: HE (0–23 см) — гумусовый (пахотный); E (23–38) — элювиальный (подзолистый); I (38–75) — иллювиальный; Ip (75–115) — переходной; P (113–155 см) — материнская порода.

Фильтрат анализировали по общепринятой методике Е.Ф. Аринушкиной [5]. Содержание биогенных элементов в лизиметрических водах определяли: NO₃ — дисульфифеноловым методом, P₂O₅ — методом Кирсанова на фотоэлектрокалориметре, K₂O — методом пламенной фотометрии, Ca и Mg — трилонометрическим методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании многолетних исследований в лизиметрах установлено, что на дерново-подзолистых почвах Полесья складывается промывной тип водного режима. Потери биогенных элементов за пределы корнеобитаемого слоя почвы определяются количеством профильтровавшейся влаги и концентрацией элемента в растворе.

Нами установлено, что в среднем за восьмилетний период (2006–2013 гг.) при выращивании культур бесменно терялось разное количество влаги, которое определялось типом растительности и системой удобрения (табл. 1).

Так, под пшеницей озимой при бесменном ее выращивании в среднем за две ротации севооборота (8 лет) потери влаги составили 61 мм, или 11% от среднеемноголетней нормы выпавших осадков. Под яровыми культурами количество утраченной влаги было выше относительно пшеницы

Таблица 1

Потери влаги под сельскохозяйственными культурами при бесменном их выращивании, мм

№ вар.	Тип растительности (культура)	Фон							
		без удобрений (контроль)		органо-минеральная система удобрения (7,5 т навоза + N ₄₅ P ₄₅ P ₆₀)		органическая система удобрения (10 т/га навоза)		альтернативная система удобрения (сидерат + N ₄₅ P ₄₅ P ₆₀)	
		мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
1	Чистый пар	156	—	—	—	—	—	—	—
2	Залежь — многолетние травы	38	—	—	—	—	—	—	—
3	Пшеница озимая	61	100	79	100	85	100	66	100
4	Овес	73	120	85	108	89	105	78	118
5	Картофель	95	156	123	156	156	184	102	155
6	Кукуруза	102	167	119	151	161	189	106	161
7	Люпин	80	131	88	111	93	109	80	121
8	Многолетние травы (клевер)	46	75	54	68	60	71	—	—

озимой на 1,2–1,3%, а под многолетними травами этот показатель уменьшался до 46 мм в год (8% к сумме выпавших осадков), что ниже относительно пшеницы на 25%. Что касается пропашных культур — кукурузы и картофеля, то относительно пшеницы озимой потери влаги были выше в 1,6–1,7 раза (102–95 мм, или 17–19% от всего количества осадков, 550 мм в год). Под чистым паром инфильтрация составила 28% к годовому количеству осадков. Под залежью терялось 38 мм, или 7% к сумме выпавших осадков за год.

Таким образом, для эффективного расходования влаги в севооборотах следует придерживаться следующего положения: удельный вес пропашных культур должен быть эквивалентен удельному весу трав; площади под чистым паром целесообразно уменьшить до минимума; при выращивании зерновых колосовых предпочтение следует отдать озимым культурам.

По количеству профильтровавшейся влаги тип растительности можно размес-

тить в таком ряду: многолетние травы < озимые колосовые < яровые колосовые < зернобобовые < пропашные < чистый пар.

Растения имели разное развитие корневой системы на разных агрохимических фонах, что и определило потери влаги, которые были наименьшими на фоне без удобрений при альтернативной системе удобрения; наиболее высокими — при органической и органо-минеральной системе (табл. 1).

Потери биогенных элементов определялись не только количеством профильтровавшейся влаги, но и концентрацией их в почвенном растворе (табл. 2). Как правило, наиболее высокая концентрация биогенных элементов была при условии незанятости почвы растительностью — под чистым паром, наиболее низкая — под многолетними травами.

При внесении разных видов удобрений и их сочетаний концентрация в почвенном растворе NO_3 , CaO, MgO существенно возрастала и достигала максимальных значений при внесении исключительно навоза.

Таблица 2

**Концентрация биогенных элементов в почвенном растворе
в зависимости от типа растительности и системы удобрения, мг/дм³**

Тип растительности (культура)	Фон											
	без удобрений (контроль)			органо-минеральная система удобрения (7,5 т навоза + $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{P}_{60}$)			органическая система удобрения (10 т/га навоза)			Фальтернативная система удобрения (сидерат + $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{P}_{60}$)		
	NO_3	CaO	MgO	NO_3	CaO	MgO	NO_3	CaO	MgO	NO_3	CaO	MgO
Чистый пар	172	85	26	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Залежь — многолетние травы	24	16	18	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Пшеница озимая	41	31	20	58	40	25	66	52	40	44	35	22
Овес	46	40	22	58	46	26	70	60	42	39	39	19
Картофель	75	61	20	92	69	30	114	82	32	70	64	21
Кукуруза	76	60	22	90	59	28	118	63	24	80	56	23
Люпин	50	40	18	64	42	24	70	46	24	54	36	14
Многолетние травы (клевер)	28	22	18	34	30	22	36	32	24	–	–	–

В результате исследований установлено (табл. 3): потери наиболее лабильных элементов (азота, кальция, магния) в расчете на их окислы могут изменяться в зависимости от типа растительности в несколько раз. Так, на контроле под пшеницей озимой потери азота составили 25 кг/га, под кукурузой — 77,5; по органической системе удобрения потери кальция под пшеницей озимой были в пределах 44, под кукурузой 101 кг/га.

Что касается системы удобрения, то наименьшие потери биогенных элементов

наблюдаются по вариантам без удобрений, наиболее высокие — при органической системе удобрения, затем по степени снижения потерь следуют традиционная и альтернативная системы удобрения.

Таким образом, при построении рациональных севооборотов целесообразно органическую и органо-минеральную системы удобрения сочетать с промежуточной сидерацией.

В лизиметрическом и полевом опыте на протяжении 2006–2012 гг. изучались особенности миграции биогенных элементов и

Таблица 3

Потери биогенных элементов под сельскохозяйственными культурами (кг/га, %)

Тип растительности (культура)	NO ₃		CaO		MgO		NO ₃		CaO		MgO	
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%
	Фон — без удобрений (контроль)						Традиционная система удобрения (NPK + навоз)					
Пшеница озимая	25,0	100	18,9	100	12,2	100	45,8	100	31,6	100	19,8	100
Овес	33,6	134	29,2	154	16,1	132	49,3	108	39,1	124	22,1	112
Люпин	40,0	160	32,0	169	14,4	118	56,3	123	37,0	117	21,1	107
Картофель	71,3	285	58,0	307	19,0	156	113,2	247	84,9	269	36,9	186
Кукуруза	77,5	310	61,2	324	22,4	184	107,1	234	70,2	222	33,3	168
Многолетние травы	12,9	52	10,1	53	8,3	68	18,4	40	16,2	51	11,9	60
Чистый пар	112,3	449	132,6	702	40,7	337	—	—	—	—	—	—
Залежь — многолетние травы	12,9	52	6,1	32	6,8	56	—	—	—	—	—	—
	Органическая система удобрения (навоз)						Альтернативная система удобрения (сидерат + NPK)					
Пшеница озимая	56,1	100	44,2	100	34,0	100	29,0	100	23,1	100	14,5	100
Овес	62,3	111	53,4	121	37,4	109	30,4	105	30,4	132	14,8	102
Люпин	65,1	116	42,8	97	22,3	66	43,2	149	28,8	125	11,2	77
Картофель	177,8	317	127,9	289	49,9	147	71,4	246	65,3	283	21,4	148
Кукуруза	190,0	339	101,4	229	38,6	114	84,8	292	59,4	257	24,4	168
Многолетние травы	21,6	39	19,2	43	14,4	42	—	—	—	—	—	—
Чистый пар	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Залежь — многолетние травы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

продуктивность растений в севооборотах с многолетними травами и однолетним люпином. При смешанной системе удобрения продуктивность севооборота «пшеница озимая — картофель — пшеница яровая — люпин однолетний» составила 56,0 кормовых единиц с 1 га; потери NO_3 — 111,3 кг/га, CaO — 146, MgO — 32 кг/га, в то время как продуктивность севооборота «пшеница озимая — картофель — пшеница яровая — клевер» соответственно — 72,6, или выше в 1,3 раза; потери — 81,0, 91,2, 16,2 кг/га.

Таким образом, в четырехпольном узкоспециализированном севообороте преимущество клевера относительно узколистной люпина бесспорно.

ВЫВОДЫ

Закономерности миграции почвенной влаги в результате промывного типа водного режима, который наблюдается в Полесье на почвах дерново-подзолистого типа, целесообразно учитывать при размещении культур в севооборотах с учетом их продуктивности, ресурсосбережения и биологизации.

Следует иметь в виду, что чистый пар и пропашные культуры обуславливают наиболее высокие потери влаги и биогенных элементов в силу инфильтрации, а многолетние травы и озимые колосовые — минимальные. Отсюда, доля чистого пара должна быть в севооборотах Полесья све-

дена к минимуму, а удельный вес пропашных культур в севообороте не должен превышать удельного веса многолетних трав. Так, короткоротационный севооборот, который обеспечивает устойчивую продуктивность свыше 7 т/га кормовых единиц, должен иметь по одному полю: многолетних трав (25%), картофеля или кукурузы (25), пшеницы озимой (25) и яровых колосовых (25%).

Традиционную и органическую системы удобрения в аспекте ресурсосбережения целесообразно сочетать с выращиванием «зеленого удобрения» в промежуточных посевах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайко В.Ф. Сівозміни у землеробстві України / В.Ф. Сайко, П.І. Бойко. — К.: Аграрна наука, 2002. — 146 с.
2. Бобрицкая М.А. Потери азота и других элементов при выщелачивании из слабоокультуренной дерново-подзолистой почвы / М.А. Бобрицкая // Баланс азота в дерново-подзолистых почвах. — М., 1966. — С. 18–22.
3. Милащенко Н.З. Экологические проблемы в интенсивном земледелии / Н.З. Милащенко // Труды ВИУА. — М., 1990. — С. 3–10.
4. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: Монографія / Г.А. Мазур. — К.: Аграрна наука, 2008. — 308 с.
5. Аринушкина Е.Н. Руководство по химическому анализу почв / Е.Н. Аринушкина. — [2-е изд.]. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 487 с.